ENERGETICA

22 1780 u

Országos Könyv ULAJ 1

1958

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

1. Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.
2. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.
3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.
4. Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.
5. Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.
6. În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.
7. Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.
8. Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.
9. Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.
10. Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele ruseşti, romane, greceşti, germane etc.
11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.
12. Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.
13. Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.
14. Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.
15. Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.
16. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.

E 2039

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 1 IANUARIE 1958

SUMAR

* * *: Prima conferinţă a electricienilor din R.P.R. . 1

* * *: Cuvîntarea tov. ing Gh. Gaston Marin, preşedintele Comisiei de Stat a Planificării la şedinţa de închidere a Conferinţei Electricienilor din R.P.R. din 14 noiembrie 1957 2

N. Gheorghiu: Introducerea tehnicii noi în industria energiei electrice din R.P.R. 5

I. Velea: Introducerea tehnicii noi în industriile consumatoare de energie electrică 10

M. Bercovici: Dezvoltarea activităţii de cercetare tehnico-ştiinţifică în întreprinderile industriale 16

* * * : Raport asupra lucrărilor Secţiei I-a Energie Electrică a Conferinţei Electricienilor din R.P.R. (noiembrie 1957) 20

N. Moldoveanu: Conferinţa electricienilor din R.P.R. . . 22

* * *: Rezumatele rapoartelor prezentate în Grupele I, II şi III, la Conferinţa Electricienilor din R.P.R. 30

* * *: Lista rapoartelor prezentate la Conferinţa Electricienilor din R.P.R. 47

DOCUMENTARE 49

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. ing. **Ioan D. Stăncescu** redactor responsabil, Conf. ing. **Călin Mihăileanu** redactor, resp. adjunct, **Ing. N. Armencoiu**, conf. ing. **I. A. Badea**, prof. ing. **M. Bercovici**, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu**, ing. **V. Cozelciuc**, ing. **P. Dimo**, prof. ing. **C. Dinculescu**, membru corespondent al Academiei R.P.R. ing **I. V. Herescu**, conf. ing. **N. Moldoveanu**, prof. ing. **C. Penescu**, ing. **P. Vicol**, prof. ing. **I. Vlădea**.

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 1
IANUARIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - C...
VYMENA - WY...
TAUSCH - ОБМЕНА

Prima Conferință a Electricienilor din R.P.R.

Între 11 și 14 noiembrie a avut loc în București prima Conferință a Electricienilor din Republica Populară Romînă.

Această conferință cu caracter tehnico-științific a fost organizată de Secția de specialitate Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R.

Scopul conferinței a fost acela de a contribui la răspîndirea acelor realizări tehnico-științifice de specialitate din tehnica mondială care pot avea o largă valorificare la noi în țară, precum și de a dezvolta și face cunoscută activitatea de cercetare tehnico-științifică a inginerilor și tehnicienilor noștri, și în special a celor din producție, activitate care participă în mare măsură la înfăptuirea progresului tehnic.

Ea a constituit prima manifestare de acest gen a electricienilor ingineri și tehnicieni din țara noastră și s-a bucurat de un deosebit sprijin din partea guvernului și a departamentelor interesate.

Conferința a reunit laolaltă peste 600 de participanți de diferite specialități electrice, lucrînd în numeroase și variate ramuri de activitate din industrie, institute de cercetări, proiectare, învățămînt superior sau din administrația centrală de stat. Circa jumătate din numărul participanților erau veniți din provincie.

La conferință au mai participat de asemenea și 11 delegați din țările prietene (U.R.S.S., R.D.G., R.P.F. Iugoslavia, R.P.B., R.P.P. și R.P.U.), care au prezentat la conferință 5 rapoarte foarte interesante.

În ședința de deschidere, rapoartele generale prezentate de adjuncții miniștrilor din departamentele interesate au evidențiat progresul realizat în sectoarele energetice (de producere, transport pe de o parte și de consum pe de altă parte), electrotehnic și telecomunicații și lipsurile care mai dăinuie, precum și sprijinul reciproc pe care aceste sectoare trebuie să și-l dea pentru a face pași noi pe calea progresului tehnic.

Cele peste 80 de comunicări prezentate în secții, cum și cele 5 rapoarte introductive au tratat problemele actuale ale industriei energetice, industriei electrotehnice, ale telecomunicațiilor, automatizărilor și electrotehnicii industriale.

Discuțiile purtate de participanți au dezbătut toate aceste probleme, o serie de concluzii de un deosebit interes rezultînd de pe urma acestora.

În ședința de închidere, prin cuvintele adresate Conferinței de tov. ing. Gh. Gaston Marin, președintele Comitetului de Stat al Planificării, în numele Guvernului, s-a arătat între altele considerația pe care Partidul și Guvernul o acordă electricienilor pe baza contribuției pe care ei au adus-o și o vor aduce în continuare pentru perfecționarea producției, creșterea nivelului cultural și material al oamenilor muncii și construirea socialismului în țara noastră.

Din toate lucrările Conferinței s-a desprins concluzia îmbucurătoare, de altfel previzibilă, că tehnicienii și inginerii noștri se preocupă de problemele importante ale producției, de introducerea tehnicii noi, aducînd importante contribuții tehnico-științifice personale, originale, în rezolvarea unor probleme noi sau în studiul aplicării unor soluții deja cunoscute la situațiile concrete, specifice din țara noastră.

De asemeni, s-a evidențiat faptul că electricienii, deși lucrează în ramuri și specialități diferite, formează o aceeași familie, și că întîlniri între ei, de genul celei ocazionate de Conferința din noiembrie sînt binevenite, atît din punctul de vedere al informării tehnice și schimbului de experiență, cît și din acela al cunoașterii reciproce și al strîngerii legăturilor personale

Redacția revistei „Energetica", *considerînd rolul deosebit de important pe care îl are această primă manifestare tehnico-științifică cu caracter larg a inginerilor și tehnicienilor electricieni din țara noastră*, consacră prezentul număr primei Conferințe a Electricienilor din R. P. R. *Prin aceasta, considerăm că revista noastră contribuie la întărirea poziției sale de tribună de prezentare a problemelor actuale ale energeticii romînești.*

621.3(063)(498)

Cuvîntarea tov. ing. Gh. Gaston Marin, preşedintele Comisiei de Stat a Planificării, la şedinţa de închidere a Conferinţei Electricienilor din R.P.R. din 14 noiembrie 1957

În această şedinţă de închidere a Conferinţei Electricienilor din R. P. R., organizată de Consiliul Central A.S.I.T, Secţia Energetică şi Electrotehnică, se cuvine să subliniem rolul electricienilor în acţiunea de dezvoltare a economiei naţionale şi de construire a socialismului în ţara noastră.

Electricienii, ingineri, tehnicieni şi muncitori, formează o familie numeroasă şi importantă, prin cunoştinţele lor teoretice şi practice. Electricitatea a fost şi devine din ce în ce mai mult un factor determinant în dezvoltarea şi transformarea vieţii societăţii omeneşti şi, aşa cum au văzut-o fondatorii socialismului ştiinţific, ea reprezintă o forţă incomparabil mai revoluţionară decît toate celelalte forme de energie cunoscute anterior.

Noua formă de energie la a cărei descătuşare asistăm în prezent, energia nucleară, şi care este de natură a întrece pe toate celelalte forme de energie, a putut fi pusă la îndemîna omului datorită cuceririlor pe care ştiinţa şi în special electricitatea le-a realizat; aplicaţiile acestei forme de energie sînt de asemenea legate sub o formă sau alta de electricitate.

Deşi electricitatea are folosinţe în domenii atît de răspîndite, muncitorii, tehnicienii şi inginerii electricieni se găsesc într-o interdependenţă continuă, indiferent de sectorul în care activează. Între electricienii din sectoarele de prelucrare, transport şi distribuţie a energiei electrice şi cei care lucrează în ramurile consumatoare de energie electrică există o conlucrare continuă şi foarte strînsă. Tot atît de strînsă este legătura dintre aceştia şi electricienii care lucrează la fabricarea echipamentelor instalaţiilor şi materialelor electrotehnice, şi între cei care deservesc instalaţiile de telecomunicaţii, electrotehnică, automatizări etc.

Toate domeniile de folosinţă a electricităţii au putut marca dezvoltări uriaşe în ultimele decenii, întrucît se sprijină cu tărie şi în mod consecvent pe ştiinţă, pe cunoştinţele fundamentale ale ştiinţei despre electricitate. Dezvoltarea grandioasă a ştiinţei şi tehnicii în U.R.S.S., de la Marea Revoluţie Socialistă din Octombrie şi în special ultimele cuceriri ale ştiinţei şi tehnicii sovietice, care au uimit lumea, arată cu prisosinţă rolul important al electricităţii, care a fost întrevăzut de Lenin cînd a emis lozinca: „Comunismul este puterea sovietelor plus electrificarea întregii ţări".

În industria energiei electrice, prima sarcină importantă care a stat în faţa muncitorilor, tehnicienilor şi inginerilor a fost repunerea în funcţiune a instalaţiilor distruse sau avariate în timpul războiului, pentru asigurarea alimentării cu energie electrică a industriei şi celorlalte ramuri economice. Producerea în anul 1950 a peste două milioane de kWh, de două ori mai mult decît cea mai mare producţie anuală realizată în ţara noastră înainte de cel de-al doilea război mondial, cu aceleaşi instalaţii energetice, arată că electricienii din ramura producerii, transportului şi distribuţiei energiei electrice au îndeplinit această sarcină, aducîndu-şi astfel contribuţia importantă la dezvoltarea activităţii economice în toate ramurile.

La chemarea partidului şi guvernului, tehnicienii din ramura energetică au strîns şi au întocmit materialul documentar necesar, care a stat la baza elaborării planului de electrificare pentru o primă etapă de 10 ani (1950—1960).

Obiectivele importante prevăzute în planul de electrificare pentru primii şapte ani de aplicare a acestuia au fost realizate, punîndu-se în funcţiune o serie de centrale termoelectrice şi centrale hidroelectrice echipate cu agregate moderne şi cu parametri ridicaţi, şi dezvoltîndu-se de asemenea într-o măsură apreciabilă instalaţiile de transport şi distribuţie a energiei electrice, creîndu-se de asemenea sisteme energetice puternice prin interconectarea centralelor electrice publice şi industriale. Prin aceste instalaţii noi, prin modernizarea unor instalaţii vechi şi prin folosirea mai completă a capacităţii de producţie a acestora, s-a putut obţine în aceşti şapte ani o creştere a producţiei de energie electrică de peste 2,5 ori faţă de anul 1950. În acelaşi timp, s-a obţinut reducerea consumului specific de combustibil şi a costului energiei electrice, precum şi o îmbunătăţire în continuitatea alimentării cu energie a consumatorilor.

Se poate afirma neîndoielnic că sarcina din planul de electrificare elaborat în anul 1949—1950 de a atinge o producţie de şapte miliarde kWh în anul 1960 va fi depăşită, din moment ce încă în anul 1958 se va realiza probabil o producţie de şase miliarde de kWh.

Realizarea planului de electrificare şi dezvoltarea diferitelor ramuri industriale din ţară au impus crearea unei industrii tehnico-materiale pentru pro-

iectarea şi fabricarea utilajelor, produselor şi a materialelor electrotehnice necesare şi care înainte se importau.

Astfel pentru realizarea planului de electrificare, se fabrică între altele: transformatoare de forţă de toate puterile şi tensiunile pînă la 20 000 kVA şi 110 kV, aparataj de înaltă tensiune pînă la 110 kV, relee, aparate de măsură, cabluri de forţă etc.

Pentru industria extractivă, minieră şi petroliferă, se produc locomotive electrice de mină de 2,4 şi 8 t, seria de motoare electrice şi de întreruptoare automate şi antigrizutoase, motoare speciale pentru foraj şi pompaj etc.

Menţionăm de asemenea fabricarea de echipamente electrice pentru maşini-unelte şi pentru autovehicule, fabricarea de motoare electrice protejate contra exploziilor, pentru industria chimică, a echipamentului electric complex pentru fabricile de ciment, a centralelor telefonice, aparatelor telefonice automate.

De asemenea, s-au fabricat pentru agricultură grupuri electrogene, echipament electric pentru tractoare şi pentru electrificarea ariilor de treierat.

Pentru ridicarea nivelului de trai al oamenilor muncii de la oraşe şi sate se fabrică bunuri electrice de larg consum, aparate de radio, aparate electrotehnice etc.

În domeniul electronicii, al telecomunicaţiilor şi al automatizărilor, ţara noastră, cu toate că este încă rămasă în urmă, a obţinut totuşi succese importante faţă de 1948; numărul telefoanelor instalate a crescut cu 42%, numărul centralelor telefonice a crescut cu peste 60%, iar numărul convorbirilor interurbane a crescut cu circa 600%.

Reţelele telefonice au fost mult dezvoltate, o atenţie deosebită dîndu-se telefoniei rurale, complet neglijate în trecut. Încă din 1956, toate sfaturile populare din ţară au fost racordate la reţeaua telefonică.

În anii puterii populare radioul a căpătat o deosebită dezvoltare. Numărul staţiilor de emisie şi puterea lor au crescut de peste cinci ori, asigurîndu-se o recepţie mulţumitoare pe întreg cuprinsul ţării. În aceeaşi perioadă s-au pus bazele radioficării prin care se asigură audierea programelor la un număr de aproape 600 000 de familii din cele 1 000 localităţi radioficate.

În anul trecut a fost montată şi dată în exploatare o staţie de televiziune de mare putere în Bucureşti, care asigură vizionarea programelor pentru telespectatorii plasaţi pe o rază de peste 100 km.

În sectorul consumator de energie electrică, electricienii — energeticieni industriali — şi-au adus contribuţia lor atît la creşterea producţiei industriale, cît şi la ameliorarea condiţiilor de funcţionare a sistemelor energetice.

În acest scop, prin folosirea mai completă a instalaţiilor şi prin introducerea unor elemente de tehnică nouă, ei au realizat pentru sectorul industrial recondiţionarea şi modernizarea unora din instalaţiile existente, construcţia de noi instalaţii, o mărire a siguranţei în funcţionarea instalaţiilor consumatoare şi o mai bună gospodărire a acestora, reducerea unora din consumurile specifice de energie electrică etc. S-a îmbunătăţit factorul de putere, care este totuşi încă redus, reglajul curbei de sarcină, s-a obţinut o reducere a perturbaţiilor pe care instalaţiile consumatoare le produc în sistemele energetice etc.

În ceea ce priveşte activitatea de viitor în ramura energiei electrice, se impune elaborarea unui plan de dezvoltare de perspectivă pe următorii 15—20 de ani a energeticii în care să se încadreze în mod armonios lucrările de viitor, în aşa fel ca dezvoltarea energeticii să preceadă cu un pas pe aceea a celorlalte ramuri industriale.

În cadrul acestui plan vor trebui să fie cuprinse lucrările de amenajare complexă a Dunării la Porţile de Fier, lucrări ce urmează a se executa în colaborare cu R. P. F. Iugoslavia, precum şi alte amenajări hidroelectrice.

Prin dezvoltarea reţelelor de transport şi distribuţie şi a interconexiunilor, trebuie pregătite condiţiile pentru sistemul energetic unic pe întreaga ţară.

Totodată vor trebui remediate deficienţele existente în ceea ce priveşte calitatea energiei electrice livrate consumatorilor, ca reducerea avariilor, menţinerea parametrilor ei nominali (tensiune şi frecvenţă).

O atenţie specială va trebui acordată găsirii unor soluţii cît mai economice şi totodată moderne, în proiectarea noilor centrale, staţii şi reţele, cum şi unei mai bune organizări a şantierelor de construcţii şi montaj care să conducă la ieftinirea lucrărilor şi scurtarea termenelor de dare în funcţiune.

Sarcini deosebit de importante stau de asemenea în faţa industriei electrotehnice.

Caracteristicile şi calitatea unora din produsele electrotehnice nu sînt la nivelul actual al tehnicii mondiale şi este deci necesară modernizarea acestora, prin ameliorare sau reasimilare, în special pe linia creării seriilor unitare de produse.

Pentru satisfacerea în cea mai mare măsură a necesităţilor economiei naţionale este necesar a se mări sortimentul de produse în special în acele domenii în care s-au dezvoltat insuficient, pînă acum, cum sînt: centralele telefonice automate, piesele de radio, echipamentele pentru automatizarea staţiilor de cale ferată şi altele.

Folosirea la maximum a capacităţilor de producţie — atît a utilajelor cît şi a suprafeţelor existente — printr-o mai bună organizare a producţiei şi prin introducerea tehnologiei moderne în producţie are scopul de a se obţine, pe lîngă o calitate corespunzătoare a producţiei, ridicarea productivităţii şi reducerea preţului de cost.

Trebuie urmărită folosirea materialelor electrotehnice noi, moderne şi înlocuirea materialelor deficitare, ca de exemplu utilizarea pe scară largă a aluminiului în locul cuprului, înlocuirea materialelor feroase şi neferoase prin mase plastice etc.

În general, industria electrotehnică trebuie dezvoltată în continuare atît pentru satisfacerea nevoilor interne cît şi pentru lărgirea exportului de produse electrotehnice.

Ramura telecomunicaţiilor trebuie să se dezvolte rapid printr-o colaborare cît mai strînsă cu ţările vecine şi prietene mai avansate decît noi în acest domeniu, de la care pe lîngă experienţa tehnico-ştiinţifică va trebui să procurăm produsele a căror asimilare nu este încă oportună în industria noastră.

Industria va trebui să facă eforturi pentru a putea realiza încă din 1959 centrale telefonice automate urbane, spre a putea redresa în parte rămînerea în urmă de azi.

Cu colaborarea Academiei R.P.R. va trebui să stabilim materiile prime de care dispunem şi procesele tehnologice pentru fabricarea pieselor de bază din industria electrotehnică şi de telecomunicaţii pentru ca să nu mai trebuiască să importăm rezistenţe electrochimice, condensatoare, fier fără remanenţă pentru relee şi altele.

De asemenea va trebui să producem în ţară semiconductoare, ferite, materiale magnetice de calitate spre a putea realiza cu succes montajele electronice moderne folosite în telecomunicaţii şi mai ales în procesele de automatizări industriale, care se dezvoltă din în ce mai mult în întreaga lume.

Concomitent cu asigurarea pieselor de bază va trebui să realizăm echipamentele respective cu caracteristici tehnice din ce în ce mai bune.

Dezvoltarea reţelei de telecomunicaţii va trebui să ţină seama de dezvoltarea necesară telesemnalizărilor şi telemăsurătorilor cerute de marile reţele electrice, iar dezvoltarea electrificării şi a radioficării rurale trebuie realizate coordonat în vederea folosirii în comun a traseelor.

În sectorul industrial consumator de energie electrică eforturile făcute pînă acum de energeticienii industriali vor trebui continuate, printr-o preocupare mai susţinută pentru economia de energie şi de putere şi pentru mărirea siguranţei de funcţionare a instalaţiilor consumatoare, avînd drept scop final creşterea productivităţii industriilor şi reducerea preţului de cost al produselor.

În realizarea acestei acţiuni, energeticienii industriali vor trebui să extindă în cea mai mare măsură — atît în sectorul de deservire cu energie electrică, cît şi în sectorul tehnologic — introducerea tehnicii noi, a mecanizărilor şi automatizărilor, să adîncească cercetările privind analiza consumurilor şi economia de energie şi să aplice măsurile care vor rezulta din aceste studii.

Ministerele, organizaţiile centrale şi întreprinderile consumatoare vor trebui să dea mai multă atenţie problemelor energetice, îmbunătăţind organizarea unităţilor energetice şi asigurîndu-le baza materială necesară.

Pentru realizarea acestor obiective, unele centrale trebuie să creeze condiţiile necesare pentru ca muncitorii, tehnicienii şi inginerii electricieni să fie orientaţi spre rezolvarea problemelor tehnice care le revin şi să aibă asigurate condiţiile corespunzătoare.

Astfel, trebuie dezvoltată şi întărită activitatea de cercetare tehnico-ştiinţifică şi tehnico-economică din întreprinderi pentru rezolvarea problemelor legate de buna desfăşurare a procesului de producţie.

Institutelor de cercetări departamentale şi ale Academiei R.P.R. le revine sarcina de a întreprinde cercetări cu caracter fundamental, general, de perspectivă, din sectorul de aplicare al electricităţii.

ASIT-ul, ca organizaţie de masă a inginerilor şi tehnicienilor, are de asemenea un rol deosebit de important în mobilizarea cadrelor tehnice în jurul problemelor pe care le cere dezvoltarea electricităţii, în întărirea colaborării dintre electricienii din diversele ramuri.

Conferinţa Electricienilor din R.P.R. care se închide astăzi a constituit o primă acţiune a Consiliului Central A.S.I.T. de strîngere a inginerilor şi tehnicienilor electricieni care, deşi răspîndiţi ca loc de muncă în ramuri economice diferite, subordonaţi pe linie administrativă diverselor ministere şi organizaţii centrale, fac parte totuşi ca pregătire tehnică şi ca preocupări din aceeaşi familie şi trebuie să conlucreze continuu pentru îndeplinirea sarcinilor importante ce le sînt trasate. Schimbul larg de experienţă care s-a făcut cu această ocazie între electricienii din diversele sectoare de activitate constituie un exemplu bun, pe care A.S.I.T.-ul îl poate folosi în viitor, pentru mobilizarea cadrelor tehnice din alte specialităţi.

Sîntem convinşi că întorşi la locurile dv. de muncă veţi urmări cu şi mai multă însufleţire realizarea minunatelor sarcini de onoare ce revin electricienilor din ţara noastră.

621.311.1(063)(498)

Introducerea tehnicii noi în industria energiei electrice din R.P.R.

Ing. N. GHEORGHIU
Adjunct al Ministrului Industriei Grele

Raport prezentat în şedinţa de deschidere din 11 noiembrie 1957

Prima Conferinţă a Electricienilor din ţara noastră se deschide într-un moment istoric important şi anume la cîteva zile după aniversarea a 40 ani de la victoria proletariatului contra asupririi capitaliste în prima ţară din lume, în care s-a instaurat astfel un regim socialist, Uniunea Republicilor Socialiste Sovietice. Din momentul cînd clasa muncitoare în alianţă cu ţărănimea muncitoare a preluat puterea în cadrul primului mare stat socialist sovietic, dezvoltarea economică a acestuia s-a desfăşurat într-un ritm nemaiîntîlnit pînă atunci, izbutind să se obţină, prin dezvoltarea continuă a industriei şi agriculturii, un nivel ridicat de trai al poporului.

O condiţie esenţială pentru atingerea acestui ritm de dezvoltare economică a fost încă de la început o electrificare intensă, care s-a realizat în Uniunea Sovietică datorită planului GOELRO, conceput sub conducerea directă a marelui Lenin. Numai graţie posibilităţilor de alimentare a industriei şi agriculturii cu mari cantităţi de energie electrică s-a putut obţine o rapidă creştere a producţiei acestor ramuri economice, ajungîndu-se azi la un volum al producţiei industriale care reprezintă în 1957 de 33 ori volumul producţiei din 1913.

În ţara noastră, în momentul cînd şi la noi puterea economică a trecut în mîinile celor ce muncesc, s-a pus de asemenea problema unei rapide dezvoltări a industriei şi în special a industriei grele, producătoare de mijloace de bază pentru creşterea nivelului economic şi de bun trai în ţară.

În vederea acestei dezvoltări, s-a ţinut seama de experienţa marii ţări vecine şi prietene, în sensul că electrificarea ţării trebuie să meargă cu un pas înaintea dezvoltării restului industriei, şi s-a elaborat încă din anii 1949—1950 un plan de electrificare al ţării, prevăzînd programul de dezvoltare în următorii zece ani a industriei energiei electrice, care pînă atunci se dezvoltase numai sporadic, după bunul plac al regimului capitalist existent în ţara noastră.

În cadrul planului de electrificare al R. P. R., s-a avut în vedere crearea de la început a unor surse puternice de producere a energiei electrice, bazate pe utilizarea unor combustibili inferiori şi pe utilizarea surselor de energie hidroelectrică amenajabile la noi, prevăzîndu-se totodată o repartizare cît mai uniformă a acestor surse pe cuprinsul ţării şi o interconectare prin linii de înaltă tensiune a acestor centre de producere între ele şi cu principalele centre de consumaţie ale ţării noastre.

În cadrul planului de electrificare s-a prevăzut construirea unor mari centrale termoelectrice bazate pe arderea de cărbuni inferiori şi deşeuri de cărbuni la Doiceşti, Petroşani—Paroşeni, pe arderea de gaze naturale de joasă presiune la Sîngiorgiu—Fîtînele, precum şi construirea unor centrale hidroelectrice, din cele studiate pînă în momentul elaborării planului de electrificare, între care s-au prevăzut centralele de puteri mijlocii de la Moroeni, Sadu, Gureni şi Remeţi, plus hidrocentrul Sebeş, la care s-a adăugat proiectul marii centrale de la Bicaz, prevăzută a fi cea mai mare centrală hidroelectrică amenajată în ţara noastră în cursul primilor zece ani de electrificare a ţării.

Totodată, s-a prevăzut construcţia unei reţele întinse de linii de transport de energie sub 110 kV în lungime totală de circa 2 000 km, linii de 220 kV în lungime de circa 400 km cu staţiile de transformare şi conexiuni aferente, precum şi a reţelelor corespunzătoare de distribuţie regională şi raională, sub tensiuni de 35, 15 şi 6 kV.

În cursul realizării planului, în perioada primului şi celui de-al doilea cincinal al economiei noastre socialiste, cu toate că au intervenit anumite modificări faţă de proiectele iniţiale, principiile de bază au rămas aceleaşi şi s-au executat lucrări care nu se puteau concepe a fi realizate decît într-un regim economic socialist, în care totalitatea mijloacelor se află în mîinile celor ce muncesc.

Prin amenajarea instalaţiilor noi energetice de la noi din ţară, s-au introdus pentru prima oară concepţii de tehnică nouă în industria energiei electrice, în vederea obţinerii unor cantităţi importante de energie electrică la un cost scăzut, cu continuitatea alimentării consumatorilor de energie.

O primă etapă în dezvoltarea instalaţiilor noastre energetice şi în creşterea nivelului lor tehnic a constituit-o în perioada 1952—1954 intrarea în funcţiune a unor centrale cu parametrii medii şi anume a centralei „Gh. Gheorghiu-Dej" Doiceşti, cu abur de 60 at. şi 480 °C, apa de alimentare fiind preîncălzită la 180 °C, — adăugîndu-se şi două centrale de puteri medii, pentru satisfacerea nevoilor locale din Dobrogea (centrala Ovidiu II) şi din Moldova

(Centrala Comăneşti II), ambele prevăzute pentru funcţionare pe cărbuni, cu abur de 32 at. şi 420 ° C, apa de alimentare fiind preîncălzită la 150 °C. În aceeaşi perioadă a intrat în funcţiune centrala hidroelectrică Moroeni pe rîul Ialomiţa, în aval de centrala hidroelectrică existentă Dobreşti.

Concomitent s-au făcut extinderi la o serie de centrale electrice existente, prin amenajări de instalaţii electrice şi termomecanice de construcţie mai modernă în mare parte fabricate în ţară, cum sînt : cazanele tip IPROM de 35 at., fabricate de întreprinderea Mao-Tze-Dun, turboagregatele tip IPROM de 3 MW fabricate de CM Reşiţa, transformatoare, separatoare, relee, etc., livrate de industria electrotehnică din ţara noastră.

O nouă etapă în ridicarea nivelului tehnic al instalaţiilor energetice o reprezintă perioada 1954—1956, în care au intrat în funcţiune centrale cu parametri ridicaţi ai aburului : presiune 100 at., temperatura 510 °C, preîncălzirea regenerativă a apei de alimentare la 215 °C, cu instalaţii moderne pentru prepararea apei şi vaporizarea în trepte. Astfel sînt centralele „Steaua Roşie" Fîntînele (Sîngiorgiu), Paroşeni şi Borzeşti, aceasta din urmă fiind şi prima centrală importantă de termoficare din ţara noastră, adăugată ulterior în planul de electrificare în legătură cu dezvoltarea industriei petrolifere şi chimice în Moldova. Aceste centrale sînt echipate cu agregate energetice de puteri mai mari decît ale celor din centralele existente pînă atunci şi anume turbogeneratoare de 25 şi 50 MW şi cazane de abur cu debite de 170 şi 230 tone pe oră. La restul centralelor pe cărbuni inferiori s-a renunţat pentru primele două cincinale, în lipsa unor dezvoltări corespunzătoare ale minelor respective de cărbuni.

În centralele vechi s-au făcut în această perioadă o serie de modernizări, din care trebuie menţionată montarea unor instalaţii de epurare, distilare şi degazare a apei de alimentare, în centralele electrice Galaţi, Brăila, Schitu Goleşti, Arad, Tîrnăveni, Floreşti şi cele în curs de terminare la Gura Barza şi Oradea.

Prin aceasta s-a obţinut reducerea costului energiei electrice produse şi s-a îmbunătăţit continuitatea producerii energiei electrice în centrale. Pentru asigurarea simultană a continuităţii de alimentare a consumatorilor şi parametrilor energiei furnizate acestora, au trebuit de asemenea dezvoltate reţelele de transport şi distribuţie a energiei, simultan cu introducerea unor metode şi instalaţii pe linia tehnicii noi, în exploatarea acestora.

Astfel, ca linii la tensiunea actuală de interconexiune între sursele de producere a energiei electrice şi principalele centre de consumaţie, aceea de 110 kV, nu exista în 1948, anul naţionalizării industriei din R. P. R., decît linia Dobreşti—Bucureşti, în lungime de 125 km. De atunci însă, s-au construit linii de 110 kV care vor depăşi, la sfîrşitul anului 1957, lungimea totală de 1500 km, pe lîngă mai multe mii de km linii de distribuţie regională şi raională la tensiuni medii (35, 15 şi 6 kV), construite în acelaşi interval de timp. Prin interconectarea centralelor electrice şi a principalelor centre de consumaţie, s-au constituit sisteme energetice puternice, în care funcţionarea în ansamblu a instalaţiilor, în condiţii economice şi de continuitate, este asigurată de servicii de dispeceri, care comandă operativ, atît centralele tutelate de Departamentul Energiei Electrice, cît şi pe cele industriale şi comunale interconectate, pînă la sfîrşitul primului cincinal fiind interconectate centrale care însumează 60% din totalul puterii instalate în centralele electrice din R. P. R.

În cursul aceleiaşi perioade, la sfîrşitul anului 1954, a fost realizată interconectarea celor două sisteme energetice mai mari din ţară, Muntenia şi Ardeal, constituindu-se, într-o primă formă, sistemul energetic naţional.

Pentru asigurarea funcţionării serviciilor de dispeceri, s-a extins reţeaua de telecomunicaţii prin înaltă frecvenţă, paralel cu reţeaua de înaltă tensiune şi au fost amenajate camere de dispecer regionale şi locale, echipate cu telemăsură şi parţial cu telesemnalizare.

Pentru îmbunătăţirea continuităţii de alimentare a consumatorilor, respectiv reducerea numărului şi importanţei avariilor, s-au modernizat şi completat protecţiile prin relee şi contra supratensiunilor şi s-a introdus o serie de automatizări în staţiile de transformare şi conexiuni.

În fine, pentru îmbunătăţirea parametrilor energiei furnizate consumatorilor, sînt în curs de terminare operaţiile de modernizare a reţelelor de distribuţie în cîteva centre urbane cuprinzînd trecerea de la frecvenţa de 42 Hz la cea standardizată de 50 Hz şi trecerea reţelelor de curent continuu la curent alternativ (Timişoara, Oradea, Piteşti, Ploeşti, Craiova, Brăila).

Prin aceste realizări, s-a ajuns la sfîrşitul anului 1956 la o putere instalată în centralele electrice din R. P. R. cu 76% mai mare decît în 1948 şi la o producţie de energie mai mult decît dublată faţă de aceeaşi perioadă de referinţă. Prin aceasta s-a putut face faţă în mod cantitativ necesităţilor de dezvoltare a tuturor ramurilor noastre economice cu o scădere sensibilă în costul energiei produse. S-a ajuns totodată la o utilizare de 4 314 ore a puterii medii instalate în centralele D. E. E., faţă de 2 240 ore în 1938.

★

Nu în acelaşi mod s-a putut face însă faţă cerinţelor privind calitatea energiei electrice, precum şi privind deservirea fără întreruperi a consumatorilor acestei energii. Într-adevăr, insuficienta dezvoltare a reţelelor de transport şi distribuţie a energiei electrice, precum şi insuficienta automatizare a acestora fac în prezent ca nivelul tensiunilor la consumatori să fie în multe locuri apreciabil inferior celui prevăzut în norme şi prescripţii. Astfel, chiar în Capitală, în unele din punctele cele mai depărtate de nodurile de alimentare ale reţelei de distribuţie, tensiunea la consumator ajunge la 70 volţi în loc de 120 volţi în circuitele de iluminat, căderile

de tensiune fiind în aceeaşi proporţie şi la receptoarele de forţă.

De asemenea, din lipsă de rezerve suficiente, în centralele electrice, frecvenţa în reţelele interconectate nu poate fi încă menţinută continuu la o valoare perfect constantă.

Din această cauză scade randamentul în industrii. prin viteze de rotaţii reduse ale maşinilor şi iluminat insuficient şi nu se pot utiliza în condiţii normale anumite mijloace pentru ridicarea nivelului de trai ca radio şi televiziune.

Industria energiei electrice suferă încă prin faptul că instalaţiile energetice nu pot urmări un ritm de dezvoltare proporţional cu cerinţele tot mai mari ale industriei consumatoare, din cauza insuficientei posibilităţi de procurare în ţară a echipamentelor necesare, şi în special a celor produse de industria electrotehnică.

Rezultatele economice şi cele privind utilizarea optimă a instalaţiilor sînt încă inferioare celor atinse în ţări cu nivel tehnic mai ridicat şi chiar celor corespunzătoare parametrilor iniţiali ai instalaţiilor noastre.

De exemplu, pierderile de energie în reţelele de transport şi distribuţie sînt încă mari, datorită pe de o parte slabei dezvoltări a reţelelor noastre, în raport cu dezvoltarea surselor de producere a energiei electrice şi în bună parte faptului că factorul de putere mediu în centrale şi la consumatori a crescut în măsură insuficientă (în centrale de la 0,67 în 1954, la 0,694 în 1957) din lipsa producerii în ţară a unor echipamente potrivite pentru compensarea puterii reactive la toate nivelele. De asemenea, lipsa de instrumente de măsură şi control nu permite depistarea focarelor de pierderi pentru a se lua măsuri de lichidare a lor, după cum există deficienţa personalului de exploatare care nu determină în mod continuu diferitele măsuri pentru reducerea pierderilor şi nu urmăreşte realizarea acestor măsuri.

În ceea ce priveşte continuitatea furnizării energiei electrice la consumatori, există de asemenea încă deficienţe importante. Astfel, deşi numărul anual al avariilor din centrale şi reţele electrice , conducînd la întreruperi la consumatori şi deci la pagube în economia ţării, a scăzut într-o oarecare măsură, numărul lor a rămas încă important (de peste 1 000 pe an) şi în special energia electrică nefurnizată pe avarie a rămas încă importantă (peste 1 000 kWh nefurnizate pe avarie produsă). Acest fapt se datoreşte în bună parte pregătirii insuficiente a personalului de exploatare, ceea ce rezultă şi din faptul că instructajul personalului la locul de muncă se face uneori încă formal şi fără un interes deosebit asupra legăturii reale cu munca de toate zilele a acestuia.

La fel, se produc avarii din cauza unor instalaţii necorespunzătoare, întrucît o parte din echipamentele fabricate în ţară (cazane de abur, turbogeneratoare, transformatoare de forţă, aparataj etc.) prezintă o serie de lipsuri calitative, după cum s-au produs avarii grave în linii de transport de energie electrică, din cauza unor montaje necorespunzătoare, sau construcţiei defectuoase a stîlpilor metalici sau de beton armat, sau unei proiectări necorespunzătoare a liniilor.

S-au luat măsuri pentru o realizare mai eficientă a instructajului personalului, organizîndu-se totodată o serie de exerciţii de avarii, pentru a dezvolta simţul de răspundere al personalului, a-l deprinde să judece just situaţiile în cazuri de avarii, contribuind la o urgentă lichidare a acestora.

S-au înăsprit de asemenea condiţiile de urmărire şi recepţie a lucrărilor energetice, pentru a se putea înlătura deficienţele apărute pînă acum. În acest mod, numărul avariilor şi importanţa lor este în descreştere în ultimul timp.

Tot unor deficienţe de montaj sau necompletării unor instalaţii auxiliare se datoreşte faptul că la unele din noile centrale intrate în funcţiune nu s-a atins încă gradul necesar de siguranţă în funcţionare şi nici indicii tehnico-economici corespunzători parametrilor agregatelor cu care sînt echipate. Deşi s-au atins rezultate sensibile în ce priveşte creşterea randamentului centralelor termoelectrice, nu s-a ajuns încă să se acorde toată importanţa cuvenită funcţionării economice a instalaţiilor, atenţia personalului fiind captată în principal de asigurarea continuităţii de furnizare a energiei electrice. A contribuit la aceste deficienţe şi lipsa încă resimţită a instrumentelor de măsură (contoare electrice, de apă şi abur, cîntare pentru combustibil solid etc.). În aceleaşi centrale electrice, deşi s-au obţinut indici de mecanizare mergînd pînă la 97%, privind cantităţile de cărbune descărcate şi manipulate mecanizat, respectiv la mecanizarea evacuării zgurii, — aceasta se datoreşte ponderii mari a centralelor noi, în care aceste operaţii sînt mecanizate în proporţie de 100%. Există totuşi încă centrale electrice vechi, în care descărcarea cărbunilor din vagoane şi evacuarea zgurii se fac cu mijloace rudimentare, care nu mai sînt admisibile din punct de vedere al uşurării şi ridicării calificării muncii şi de aceea trebuie grabnic lichidate.

În fine, o serie de instalaţii automate din noile centrale care sînt în funcţiune fie că nu au fost completate, fie că, după ce au fost puse în funcţiune, au dat loc la unele deranjamente şi au fost oprite, în loc să se caute cu perseverenţă să fie puse la punct.

În unele cazuri, aceasta se datoreşte unei mentalităţi învechite a unei părţi din personalul de exploatare, care nu a căpătat încă încrederea în instalaţiile automate. În alte cazuri însă, problema este mai dificilă, întrucît nefuncţionarea în bune condiţii a instalaţiilor automate se datoreşte unor condiţii reale diferite faţă de condiţiile cunoscute la proiectare.

În toate cazurile, trebuie însă găsite soluţii pentru punerea în funcţiune a automatizărilor existente şi introducerea de automatizări noi, în special în centrale vechi, în limita posibilităţilor de fabricaţie în ţară şi a unor importuri de mică valoare.

În general, faptul că exigenţele consumatorilor faţă de posibilităţile industriei energiei cresc necontenit şi acestor exigenţe trebuie să li se facă faţă, de la an la an, cu fonduri de investiţii limitate, pune

sarcini importante în fața lucrătorilor din industria energetică.

Pentru înlăturarea tuturor deficiențelor semnalate în cele ce preced, precum și pentru o dezvoltare mai departe a industriei energiei electrice, în ritmul cerut de dezvoltarea celorlalte ramuri industriale în țară, rolul introducerii tehnicii noi are o importanță deosebită. În acest sens trebuie menționat că pînă în prezent s-au obținut o serie de realizări și anume în special în ceea ce privește partea electrică a centralelor și stațiilor electrice, diferite automatizări ca forțarea excitației generatoarelor, pentru menținerea tensiunii pe barele centralelor în cazuri de producere de scurtcircuite, — reanclanșarea automată rapidă a liniilor aeriene de înaltă tensiune în cazul producerii de defecte trecătoare pe acestea, anclanșarea automată a rezervelor, în special în ceea ce privește serviciile interne ale centralelor electrice, pentru asigurarea continuității de funcționare a acestora.

S-a mai introdus cu succes descărcarea automată a sarcinii prin relee de frecvență, în cazul producerii unor avarii, autosincronizarea generatoarelor din centrale, în special pentru scurtarea timpului de lichidare a avariilor și utilizarea avertizoarelor electrice automate de formare a chiciurii pe conductoare.

S-au introdus mai departe, în măsura în care s-a dispus de aparatajul necesar, încercările preventive la tensiune sporită a instalațiilor și echipamentelor electrice, prin care se depistează punctele slabe sau defecte, putîndu-se recurge la înlocuirea sau repararea lor, înainte ca ele să poată da loc la avarii grave în sistemele energetice.

Din analiza încercărilor preventive efectuate în ultimii trei ani pe un număr de peste 50% din cablurile existente în rețeaua subterană de 5 kV din București, rezultă că :

— numai 0,67% din cablurile încercate conform prescripțiilor s-au defectat în interval de un an de la încercare ;

— 1,92% din cablurile încercate cu o tensiune inferioară celei prevăzute în prescripții s-au defectat în același interval de timp ;

— 16% din cablurile neîncercate s-au defectat într-o perioadă de trei ani.

Din cifrele de mai sus rezultă interesul evident pe care îl prezintă încercările preventive, precum și faptul că în această direcție trebuie îndreptată insistent pe viitor atenția personalului din exploatările energetice.

În fine, mai trebuie menționate aci și metodele noi utilizate pentru înlocuirea unor materiale deficitare, care intervin în mare proporție în instalațiile energetice. În acest sens trebuie citată în primul rînd utilizarea stîlpilor de beton armat pe liniile electrice aeriene, în locul stîlpilor de lemn, întrebuințați în trecut pe majoritatea liniilor de medie și de joasă tensiune și în unele cazuri în locul stîlpilor metalici la liniile de înaltă tensiune.

S-a introdus în acest scop pe o scară foarte mare, întrebuințarea stîlpilor de beton armat centrifugați și în mai mică măsură a celor vibrați. Pentru producția stîlpilor centrifugați s-a echipat o fabrică conținînd două mașini concepute și construite în țară, pentru stîlpi de 11, respectiv 20 metri lungime, și este în curs de fabricare în țară o a treia mașină tot pentru stîlpi de 20 metri lungime.

De asemenea, pentru reducerea consumului de material neferos în conductoare, sînt în curs de experimentare, în diferite părți ale țării, linii trifazate funcționînd cu două conductoare și pămînt pentru alimentarea unor consumatori rurali și unor industrii agricole. În fine, ca o sinteză a măsurilor de tehnică nouă de introdus în industria energiei electrice, s-au elaborat în anul 1953 și s-au pus imediat în aplicare prescripțiile de exploatare tehnică a centralelor și rețelelor electrice. În prezent, după patru ani de aplicare a acestor prescripții, se pregătește o nouă ediție a acestora, ținînd seama de învățămintele ce rezultă din această aplicare.

★

O mențiune specială trebuie dată conlucrării centralelor electrice industriale cu sistemele energetice, cu observația că acestea sînt în parte vechi, funcționează la parametri scăzuți și conțin importante puteri indisponibile, dînd totodată loc la frecvente avarii.

De la 1948 încoace s-au instalat și se instalează încă și o serie de centrale industriale de termoficare, funcționînd la parametri superiori, care pe măsură ce se pun în funcțiune, se interconectează la sistemele energetice. Pe viitor rămîn să funcționeze în regim de interconectare numai centralele industriale legate în mod intim de procesul de producție al industriei respective, cum sînt centralele de termoficare, care produc simultan cu energie electrică, aburul necesar proceselor de producție industrială.

De asemenea vor rămîne interconectate centralele industriale funcționînd pe bază de deșeuri care rezultă din producția industrială respectivă și care nu ar avea altfel utilizare.

★

În activitatea de viitor a lucrătorilor din unitățile de exploatare din sectorul energiei electrice trebuie să fie prezente în primul rînd următoarele preocupări :

— aducerea la parametri nominali de funcționare a instalațiilor din centralele vechi și modernizarea acestora acolo unde printr-un minim de investiții se pot realiza îmbunătățiri importante ;

— punerea la punct a tuturor instalațiilor din centralele noi astfel încît funcționarea acestora să se facă în condițiile din proiect ;

— organizarea exploatării instalațiilor de transport și distribuție pentru asigurarea unei livrări neîntrerupte și în bune condiții de calitate a energiei electrice necesare consumatorilor ;

— modernizarea și dezvoltarea instalațiilor de distribuție pe măsura dezvoltării consumatorilor de energie în vederea preluării acestora. În acest scop este necesară cunoașterea la zi a nivelului tehnicii mondiale și adaptarea cu curaj a măsurilor ce se dovedesc apte a fi introduse și în țara noastră ;

— instruirea și ridicarea nivelului tehnic al personalului de exploatare pentru reducerea numărului și importanței avariilor.

În ceea ce privește proiectarea și execuția instalațiilor energetice realizate la noi în țară, ele au fost asigurate încă de la începutul aplicării planului de electrificare prin crearea organelor corespunzătoare.

Din lipsa unor cadre formate pentru scopurile arătate mai sus, respectiv a unor utilaje speciale pentru construcții și montaj, s-a luptat la început cu mari dificultăți, care însă au fost treptat rezolvate, mărindu-se din ce în ce capacitatea de proiectare și execuție a instalațiilor energetice. Trebuie însă și aici semnalate o serie de lipsuri și deficiențe, care însă nu s-au putut înlătura : astfel, în materie de proiectare, ISPE a fost și este încă foarte mult solicitat, nu numai în problemele mari legate direct de planul de electrificare, ci și mai ales în probleme mărunte, privind alimentări locale. În plus, desele modificări intervenite în planurile de realizări de instalații au condus la diferite refaceri de proiecte, cerînd eforturi deosebite acestui institut de proiectare. Din această cauză, s-au produs adesea proiecte lucrate în grabă, care au trebuit să fie ulterior refăcute.

În prezent, se pune un accent deosebit pe calitatea proiectării și totodată se tinde spre degrevarea ISPE de lucrările de interes local, care se vor trece asupra unităților energetice locale de exploatare.

În cazul unităților de execuție atașate industriei energiei electrice, și aici au fost numeroase deficiențe în calitatea lucrărilor executate, lipsa de personal și utilaj și urgența necesității diferitelor instalații împingînd în dese rînduri la punerea în funcțiune a unor lucrări instalate parțial sau nefinisate.

Și în această direcție situația trebuie ameliorată treptat, pe măsura completării de cadre calificate și întrebuințării unor utilaje mai perfecționate, corespunzînd cerințelor tehnicii noi.

★

Activitatea inginerilor și tehnicienilor din unitățile de proiectare și execuție ale sectorului energetic va trebui axată în viitor pe următoarele direcții principale.

Introducerea unor soluții cît mai economice și în același timp moderne în realizarea de linii și stații, inspirate din tehnica mondială și adaptate la realitățile specifice ale țării noastre. În această privință, un ajutor indispensabil este necesar a fi dat de sectorul industriei electrotehnice a cărui activitate în realizarea unor produse noi stă la baza posibilității introducerii unor astfel de soluții.

Evitarea folosirii materialelor deficitare fără a micșora calitatea instalațiilor.

Crearea premizelor pentru trecerea la utilizarea unor tensiuni superioare celei de 110 kV și dezvoltarea armonioasă a rețelelor de înaltă tensiune.

Organizarea bună a șantierelor și utilizarea unor metode moderne și mecanizate de construcție și montaj care să conducă la ieftinirea lucrărilor și scurtarea termenelor de punere în funcțiune.

Finisarea completă a lucrărilor în vederea realizării unor instalații de cea mai bună calitate.

Mai puțin favorabilă este însă situația procurării în țară a echipamentelor necesare funcționării în bune condiții a industriei energiei electrice, și în special a celor care intră în compunerea majorității instalațiilor și care sînt produse de industria electrotehnică din țară.

Trebuie constatat că industria noastră electrotehnică, pornită în 1948 aproape de la zero, s-a dezvoltat într-un ritm rapid, corespunzînd cerințelor ce i s-au adresat, atît din partea industriei energiei electrice, cît și din partea altor ramuri economice ale țării.

În ceea ce privește cerințele industriei energiei electrice, ea a produs treptat transformatoare și aparate pentru tensiuni medii (de la 6 la 35 kV și apoi 60 kV) aparataj de măsură și protecție, iar în prezent lucrează și la transformatoare și aparate pentru tensiunea de 110 kV.

Cu toate că deficiențele de ordin calitativ în producția acestor transformatoare și aparate au fost treptat înlăturate, totuși mai persistă și azi anumite lipsuri pentru dispariția cărora trebuie depuse toate eforturile.

De asemenea, trebuie pusă cît mai urgent la punct și intensificată producția de transformatoare, autotransformatoare și aparate de 110 kV, care se cer în mare număr pentru dezvoltarea sistemelor noastre energetice, în anii care urmează, și care nu vor mai trebui să fie procurate din import.

Dar și pentru tensiuni medii, între 15 și 35 kV, este nevoie să se realizeze în cantități suficiente anumite aparate ca : întreruptoare de 15 kV cu ulei puțin, separatoare de sarcină, siguranțe de mare putere de rupere, descărcătoare cu rezistență variabilă și tubulare etc.

Mai sînt necesare și sortimente noi de relee, dispozitive de măsură și aparate și piese pentru automatizări, pentru o dezvoltare adecvată a metodelor de tehnică nouă, aplicate în industria noastră energetică.

Se constată însă că industria electrotehnică nu are încă o suficientă capacitate de asimilare a unei game atît de variate de sortimente noi, ceea ce conduce fie la necesitatea de a se importa mașinile, aparatele și echipamentele respective, fie la deficiențe și lipsuri în exploatarea instalațiilor energetice.

Pentru a se dezvolta o tehnică modernă în cadrul industriei energiei electrice, se cer industriei electrotehnice eforturi mari, în sensul asimilării produselor noi cerute care totodată, cel puțin într-o primă fază, se cer într-un număr mic de exemplare, sau chiar ca prototipuri, pentru experimentare. Aceste eforturi sînt totuși necesare, în limitele posibile, fără a compromite producția curentă, fiindcă fără noile produse industria energiei electrice nu poate progresa, iar importul unor asemenea obiecte trebuie și el redus la valori minime.

★

În ceea ce privește industria prelucrătoare trebuie înțeles că eforturile cerute de la aceasta pentru planificarea și executarea la timp a tuturor produselor necesare industriei energiei electrice se răsfrînge în primul rînd asupra bunei funcționări a unităților industriale înseși, care reprezintă consumatori de energie din cei mai importanți.

★

În legătură cu combustibilii consumați este nevoie de o largă înțelegere reciprocă între diferitele industrii producătoare și consumatoare de combustibil, cu privire la nevoile fiecăreia și de stabilirea unui punct de vedere comun, de care să se țină seama de către organele superioare, în politica dirijării combustibililor.

Pe de altă parte, între toți consumatorii importanți de energie electrică și industria energiei electrice, este nevoie de colaborare în ceea ce privește stabilirea măsurilor și eventualelor experimentări necesare pentru ameliorarea calității energiei electrice, măsuri în cadrul cărora joacă un rol de prim ordin compensarea energiei reactive la consumatori, problemă deosebit de importantă în special în cazul industriei petrolului, precum și problema continuității de funcționare, în cazul tuturor exploatărilor care nu admit întreruperi.

În ceea ce privește organele ale căror instalații sînt influențate de funcționarea instalațiilor energetice, primul loc între acestea îl ocupă Ministerul Transporturilor și Telecomunicațiilor, cu care industria energiei electrice trebuie să aibă un contact strîns și permanent pentru luarea în toate cazurile, în timp util, a măsurilor menite să reducă la minimum influențele liniilor de energie conducînd la perturbarea telecomunicațiilor sau la accidente.

Judecarea acestor măsuri trebuie făcută însă cu cea mai mare obiectivitate, avînd ca obiective numai minimul de investiții și posibilitatea de realizare a acestora în timp util, recurgîndu-se totodată la minim de import.

★

Conferința Electricienilor din țara noastră în cadrul căreia participă ingineri și tehnicieni din diferite ramuri industriale, cu o activitate variată, va putea dezbate în cadrul larg al familiei electricienilor, ce depășește pe acel al unei întreprinderi, departament sau minister, toate aceste probleme legate de progresul tehnic la care trebuie să contribuim cu toții și ale căror rezultate se răsfrîng pozitiv asupra tuturor.

În numele Departamentului Energiei Electrice, permiteți-mi să adresez participanților la Conferință un salut călduros și să urez succes desăvîrșit lucrărilor acesteia.

621.311.15(063)(498)

Introducerea tehnicii noi în industriile consumatoare de energie electrică

Ing. ION VELEA
Adjunct al Ministrului Industriei Petrolului și Chimiei

Raport prezentat în ședința de deschidere din 11 noiembrie 1957

În cadrul Conferinței Electricienilor, unul din aspectele importante ce urmează a fi dezbătut privește sectorul consumator de energie electrică. Întrucît Ministerul Industriei Petrolului și Chimiei intervine în acest consum cu cea mai mare pondere, și anume cu 33,1% din consumul total al industriei R. P. R. și întrucît, în același timp, acest minister este și producător important de energie electrică reprezentînd cca. 12,5% din producția de energie electrică din R. P. R., ne-am luat sarcina să prezentăm în fața conferinței unele aspecte ale electro-energeticii industriale. În acest scop, Ministerul Industriei Petrolului și Chimiei s-a consultat cu conducerea unităților energetice din principalele ministere consumatoare și cu inspecția energetică din Ministerul Industriei Grele.

În anii regimului de democrație populară, dezvoltarea foarte rapidă a economiei naționale a R. P. R. a antrenat o creștere masivă a consumului de energie electrică.

Astfel, consumul total de energie electrică în R. P. R. a crescut față de 1951 cu 73% în 1955 și cu 113% în 1957. Din acest consum total, industria are partea preponderentă, care crește de la an la an, reprezentînd 79,6% în 1951, 81,4% în 1955 și 83% în 1957.

Luînd drept bază (100%) consumul industriei din 1951, rezultă o creștere a acestui consum de 77% pînă în 1955 și de 122% pînă în 1957, procentul de creștere mediu de la an la an fiind între 1951 și 1957 de 14,3%.

Pe principalele ramuri industriale, sporul de consum de energie electrică între 1951 și 1957 (adică în 6 ani) este de 151% la întreprinderile M.I.G. (exclusiv Departamentul Energiei Electrice), 104% la întreprinderile Ministerului Minelor și în industria petrolului, 90% în industria republicană de materiale de construcții, 78% în industria chimică, 42,5% în industria republicană a bunurilor de consum.

În 1957, aceste ramuri reprezintă împreună circa 88% din consumul industrial din R.P.R. și anume: întreprinderile M.I.G. 22,2%, industria petrolului 17,8%, industria chimică 15,3%, întreprinderile Ministerului Minelor și industria republicană a bunurilor de consum fiecare cîte 12,6%, industria republicană de materiale de construcții 7,4%.

Sporurile importante de consum mai sus arătate sînt datorite apariției de noi uzine și fabrici și dezvoltării celor existente, dezvoltării industriei petrolului și chimiei, dezvoltării electro-metalurgiei și proceselor electro-chimico-metalurgice, extinderii electrificării (adică înlocuirii acționărilor mecanice cu acționări electrice), precum și introducerii mecanizărilor la o serie de operații executate manual în perioadele anterioare.

Trebuie însă arătat că unele creșteri ale consumului nu sînt justificate de creșterea producției industriale corespunzătoare (de ex. în industria cărbunelui).

Sînt însă și cazuri în care, prin măsuri tehnico-organizatorice, consumurile specifice de energie electrică au fost reduse. Astfel: la extracția țițeiului prin gazlift, prin reducerea consumului specific cu 30% în 1957 față de 1953, se realizează în 1957 o economie de 25,5 milioane kWh; analog, la extracția țițeiului prin pompare de adîncime, la reducerea realizată de 11% a consumului specific, rezultă o economie în 1957 de 11,5 milioane kWh; la producția de carbid, între 1951 și 1956, s-a realizat o scădere de 19,3% a consumului specific, ceea ce corespunde la o economie în 1956 față de 1951 de 24 milioane kWh; analog, la producția de hîrtie, reducerea a fost de 6,15%, corespunzînd la o economie de 9,5 milioane kWh în 1957; în industria cimentului, din 1953 în 1957, consumul specific s-a redus cu 8,2%, ceea ce a dus la o economie în 1957, comparativ cu 1953, de 20,7 milioane kWh ;la fire de bumbac și țesături de bumbac, prin scăderea consumului specific cu 3,5%, respectiv cu 13,2% din 1955 pînă în 1957, corespunde o economie în 1957 de 8,5 milioane kWh etc.

Mai există mari posibilități de reducere a consumurilor specifice. În comparație cu consumurile specifice atinse în alte țări, consumurile specifice realizate în țara noastră, pentru cele mai multe produse, sînt exagerate, mai ales dacă se ține seama de gradul de mecanizare mai redus de la noi din țară.

Dezvoltarea consumului de energie electrică s-a făcut în parte prin amplificarea racordurilor existente și prin noi racordări la rețelele de transport de energie electrică, și în parte prin construcția de centrale electrice proprii noi, sau prin amplificarea celor existente, dezvoltîndu-se concomitent, în proporții importante, instalațiile de distribuție și utilizare din interiorul întreprinderilor consumatoare, revizuindu-se și reconstruindu-se o parte din cele existente, fără însă ca această ultimă problemă să fie încă complet și satisfăcător rezolvată.

Aceste instalații — vechi și noi — au încă în unele cazuri un indice de utilizare redus (de ex. la acționarea pompelor de adîncime în extracția țițeiului), iar exploatarea lor prezintă adesea numeroase deficiențe: nerespectarea prescripțiilor tehnice de exploatare și protecție a muncii, funcționarea la parametrii inferiori celor nominali, funcționarea sub un factor de putere scăzut, neexecutarea la timp și de calitate corespunzătoare a reparațiilor și reviziilor etc.

De asemenea, ca o deficiență a sectorului consumator, trebuie semnalate lipsa de măsuri suficiente pentru reglarea curbei de sarcină și unele abateri de la disciplina de dispecing a sistemelor energetice.

* * *

Buna funcționare a sectorului energetic industrial este condiționată în bună măsură de utilajul electrotehnic care îi stă la dispoziție și de calitatea energiei electrice care i se livrează.

În ceea ce privește *echipamentul electroenergetic* al întreprinderilor consumatoare, trebuie arătat că este foarte variat, din punctele de vedere ale tipurilor folosite, al calității, randamentelor etc.

Actualmente, industria electrotehnică romînească asigură în bună parte necesitățile de echipament curent și chiar unele tipuri speciale, cum ar fi: motoare antigrizutoase, motoare speciale pentru industria petroliferă etc.

Trebuie arătat însă că atît sortimentele cît și cantitățile de utilaje ce se livrează de industria națională nu corespund în măsură suficientă necesităților de echipamente pe care industriile consumatoare de energie electrică sînt în drept să le aștepte de la profilul și capacitatea de producție a industriei electrotehnice romînești.

De asemenea, calitatea produselor industriei noastre electrotehnice mai lasă adesea de dorit, atît în ceea ce privește indicii normali ai echipamentului, cît și în privința comportării acestuia în exploatare.

În general, randamentele nominale, gabaritele, greutățile specifice și în plus la motoare, factorul de putere nominal, cuplul nominal și curentul de pornire nominal nu ating încă nivelul mediu al tehnicii mondiale, ceea ce antrenează — între altele — consumuri sporite de energie electrică și unele rezolvări constructive greoaie. Mai trebuie menționat de asemenea că performanțele efective sînt inferioare sensibil celor nominale.

În ceea ce privește comportarea echipamentelor în exploatare, trebuie să arătăm că siguranța de funcționare și durata de viață sînt adesea sub cele normale. Menționăm, între altele:

— la electromotoare, bobinajele statorice de slabă calitate, atît ca execuție, cît și din punctul de vedere al calității lacului de izolație (de ex.: tipul de motoare pentru pompele de adîncime sau cele pentru războaie de țesut AT 115), construcția slabă a bobinajului rotoric (în special la motoarele de 190 kW pentru petrol), construcția slabă a aripioarelor ventilatoarelor, care se rup frecvent (în special la motoarele de 190 și 290 kW pentru petrol) folosirea de rulmenți necorespunzători calitativ, sisteme de ungere necorespunzătoare etc. :

— la transformatoare, execuţia necorespunzătoare a comutatorului de ploturi şi, în general, execuţia neîngrijită;

— la întreruptoare, construcţia de tipuri învechite, sistemul defectuos de zăvorîre de la IUM — 6 etc.

Trebuie semnalat, ca o deficienţă importantă, faptul că echipament de acelaşi tip şi mărime, ca şi părţi componente ale echipamentului, nu sînt construite identic şi deci nu se pot realiza înlocuiri, în caz de defectare.

O problemă importantă este lipsa sau scara redusă ca tipuri sau cantitativ în care se fabrică unele sortimente.

Astfel, nu s-a ajuns încă să se fabrice condensatoare statice atît de necesare tuturor industriilor, pentru ameliorarea factorului de putere; motoarele sincrone şi excitatricele trifazate, necesare aceluiaşi scop, se fabrică în foarte puţine tipuri şi în cantităţi cu totul insuficiente; nu se fabrică motoare cu turaţie variabilă extrem de necesare în industria textilă şi a sticlăriei, pentru a se lărgi gama de lucru şi de sortimente a produselor respective; nu se fabrică încă lămpi cu acumulatoare pentru minele cu grizu; lipsesc motoarele capsulate peste 28 kW; sînt necesare motoare antigrizutoase sau cu siguranţă mărită, de puteri mai mari decît se fabrică azi şi anume pînă la puterea de 100 kW, respectiv 500—600 kW; lipseşte aproape complet aparatajul antigrizutos; nu se fabrică încă staţii prefabricate de 6 kV, atît de necesare în industrie etc. Un capitol important îl formează cantităţile cu totul insuficiente de contoare trifazice (care în plus se fabrică într-un număr de tipuri restrîns) şi de reductoare de tensiune şi intensitate, necesare pentru a se putea proceda la o analiză şi urmărire a consumurilor. Lipsesc de asemenea contoarele de energie reactivă, releele directe etc.

Trebuie în plus semnalat că gama de puteri de motoare are intervale prea mari între două drepte, ceea ce antrenează folosirea de puteri mai mari decît cele necesare — şi deci creşterea consumului de energie şi înrăutăţirea factorului de putere.

Intensităţile reduse pentru care se construiesc întreruptoarele CITUC 1 kV fac ca în locul lor în industria petroliferă să se folosească în mod cu totul neeconomic întreruptoare de 6 kV, în reţele de 500 V.

Este absolut necesar ca industria noastră electrotehnică să treacă de urgenţă la îmbunătăţirea calităţii, la sporirea sortimentelor şi la creşterea producţiei, conform celor mai sus arătate. Este de asemenea necesar să se livreze piesele de rezervă care se uzează mai repede: colectoare, inele colectoare, contacte, bobine pentru relee şi aparate etc.

O problemă importantă, în indirectă legătură cu echipamentele, este aceea a atelierelor de reparaţii pentru maşini şi aparate electrice şi pentru verificarea şi repararea aparatelor de măsură. Azi, reparaţiile se execută în general nesatisfăcător, din cauză că sînt efectuate în ateliere adesea nespecializate, rudimentare şi cu capacitate de producţie restrînsă. Industria electrotehnică ar trebui să înfiinţeze ateliere regionale de reparaţii, cu personal bine pregătit şi cu o capacitate de lucru care să acopere necesităţile.

În introducerea tehnicii noi în industria electrotehnică precum şi în ameliorarea calităţii şi lărgirea sortimentelor producţiei sale, un rol important revine şi celorlalte industrii care-i livrează materia primă. Astfel, Ministerul Industriei Petrolului şi Chimiei este chemat să asigure industriei electrotehnice o gamă întreagă de lacuri, mase plastice, materii prime pentru baterii, materiale corespunzătoare pentru acumulatoare.

Colaborarea şi conlucrarea ce se desfăşoară în momentul de faţă vor crea condiţii reale pentru rezolvarea acestor probleme.

★

În ceea ce priveşte al doilea factor extern care condiţionează buna funcţionare a sectorului energetic industrial, *calitatea energiei electrice*, se constată că alimentarea cu energie electrică a întreprinderilor industriale, care marchează un pas important faţă de trecutul apropiat, lasă încă de dorit, din punctele de vedere al continuităţii de alimentare şi al parametrilor sub care se furnizează energia (tensiunea şi frecvenţa).

Mai există încă întreruperi în alimentarea cu energie electrică, atît întreruperi neprogramate datorită avariilor în sistemele energetice, cît şi întreruperi normale, programate, necesare pentru întreţinerea instalaţiilor de producere şi mai ales a celor de transport de energie electrică.

Întreruperile neprogramate trebuie să fie lichidate, printr-o exploatare mai corectă a instalaţiilor sistemelor energetice, precum şi a celor de la consumator. Într-adevăr, întreruperile neprogramate aduc mari neajunsuri consumatorilor, prin efectul ce-l pot avea asupra instalaţiilor şi producţiei industriale, ca de exemplu: distrugeri de utilaje (explozii în instalaţiile de rafinare a ţiţeiului), dereglarea procesului tehnologic pe timp îndelungat, chiar la o întrerupere de scurtă durată (forajul electric al sondelor, procese electrochimice), precum şi pierderi cantitative şi calitative de producţie.

Întreruperile normale, programate, dacă depăşesc anumite limite, produc de asemenea pierderi în producţie şi, din acest punct de vedere, se impun măsuri pentru scurtarea lor.

Un mijloc de micşorare a efectului negativ al întreruperilor îl constituie realizarea de duble alimentări pentru consumatorii vitali, în care scop este necesară dezvoltarea corespunzătoare a reţelelor sistemelor energetice.

Tot ca o problemă de continuitate a furnizării energiei electrice, trebuie citată aceea a limitării puterilor în orele de vîrf şi, ca o consecinţă, întărirea schimbului de noapte în întreprinderile cu trei schimburi, iar pentru întreprinderile în două schimburi, obligativitatea lucrului de noapte în loc de după amiază. Desigur că, pentru sistemele energetice şi pe ansamblul economiei naţionale, aceasta

reprezintă în mod normal o importantă economie, însă în industriile consumatoare ridică unele greutăţi.

În privinţa tensiunii, trebuie subliniat că în numeroase zone (de ex.: Ploieşti, Vest-Piteşti, Moreni, sectorul din Bucureşti alimentat din staţia Bucureşti-Est etc.), ea este sub limita admisibilă, conducînd la o încălzire şi deci uzură mai rapidă a electromotoarelor, la o scădere a randamentului, la micşorarea puterii ce se poate consuma, la iluminare insuficientă etc. şi chiar la oprirea funcţionării utilajelor (cînd tensiunea este prea scăzută).

Este necesar ca, atît în sectorul producător cît şi în cel consumator de energie electrică, să se ia, în colaborare, măsurile necesare de remediere a acestor condiţii.

* * *

Buna funcţionare a sectorului energetic industrial este legată şi de condiţii organizatorice interne. Într-adevăr, folosirea din plin a tehnicii existente şi introducerea tehnicii noi sînt strîns legate de existenţa unor *cadre bine calificate*, de o bună *organizare a unităţilor energetice* şi de *existenţa unei baze materiale corespunzătoare.*

În ceea ce priveşte situaţia actuală a cadrelor, trebuie arătat că s-au creat cadre de pregătire superioară de specialitate, însă numai o mică parte a ajuns în exploatare, din cauze organizatorice în unităţile energetice din industrie; cadre medii nu au fost pregătite aproape de loc, nici măcar în măsura înlocuirii celor ieşite la pensie, iar cadrele de pregătire profesională sînt insuficient şcolarizate.

De asemenea, cu tot rolul important pe care-l au problemele energetice în industrie, în cele mai multe cazuri nu se acordă sectorului energetic atenţia corespunzătoare, organizarea sa lasă de dorit, problemele energetice sînt tratate pe plan cu totul secundar, importanţă dîndu-se numai problemelor de producţie industrială specifică. În cele mai multe cazuri, preocuparea unităţilor energetice se rezumă la reparaţii, neglijîndu-se problemele energetice de ansamblu: soluţiile de alimentare, economia de energie, studiul bilanţelor energetice, introducerea tehnicii noi etc.

Este deci necesar ca de urgenţă să se ia măsuri de remediere.

* * *

Directivele Congresului al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn pun la baza dezvoltării viitoare a economiei naţionale *introducerea tehnicii noi*, instrument important pentru creşterea producţiei şi a productivităţii muncii, pentru micşorarea consumurilor specifice de materiale, combustibil şi energie, pentru reducerea preţului de cost.

Conducîndu-se după aceste directive, congresul Asociaţiei noastre ţinut în luna mai a acestui an a trasat şi el ca sarcină membrilor săi de a se preocupa în mod intens de această problemă şi a contribui cu toate forţele la rezolvarea ei.

Situaţia existentă în momentul naţionalizării, cu o tehnicitate redusă şi nici măcar complet folosită, unită cu problema necesităţii realizării în primul rînd a unei producţii industriale sporite, a făcut ca problemele indicilor economici şi ale tehnicii noi să fie la început în general neglijate, lucru în special valabil pentru indicii economici energetici şi tehnica nouă în energetica industrială, sector care a fost considerat în multe cazuri, în mod cu totul greşit, ca un sector de deservire auxiliară.

În domeniul energeticii industriale, elementele de tehnică nouă trebuie să se refere atît la sectorul tehnologic, care trebuie să îmbine în mod armonios necesităţile tehnologice propriu-zise cu cele energetice, adaptînd acele soluţii tehnologice care dau cel mai bun rezultat cantitativ şi calitativ al producţiei industriale, cu minimum de consum de energie şi maximum de productivitate a muncii, cît şi la sectorul energetic propriu-zis, luat ca principal sector de deservire, care trebuie să asigure alimentarea utilajelor consumatoare în cele mai bune condiţiuni.

Vom expune în linii mari realizările de pînă acum în introducerea tehnicii noi în electro-energetica industrială, contribuţie importantă la dezvoltarea industriei.

În *problema termoficării industriale* (cu toate că ea nu este o problemă directă a consumatorilor de energie electrică, ci constituie doar o problemă conexă), trebuie să arătăm că pe lîngă marii consumatori de abur şi energie electrică s-au realizat centrale electrice de termoficare, cum sînt cele de la Combinatul Siderurgic Hunedoara, Uzinele de produse sodice Ocna Mureş, rafinăriile Dărmăneşti şi Teleajen, filatura Dacia Bucureşti, Fabrica de zahăr Livezi etc. Considerăm însă că termoficarea industrială este încă slab folosită şi sînt centre industriale, ca de exemplu în zona rafinăriilor din Ploieşti, în care construirea unei centrale mari de termoficare ar conduce la economii de minimum 225 mii tone combustibil convenţional anual, iar în lei, la economii de minimum 50 milioane anual, ţinînd seama de investiţiile necesare.

Introducerea agregatelor de mare putere, precum şi dezvoltarea spaţială a reţelelor de alimentare în unele categorii de industrii, ca industria petroliferă, industria carboniferă etc. au impus în multe cazuri folosirea tensiunii de 6 kV ca tensiune de distribuţie şi utilizare. Această măsură a făcut posibilă introducerea şi dezvoltarea forajului cu turbină şi folosirea agregatelor de mare productivitate, cum ar fi compresoarele de mare debit, defibratoarele cu puteri pînă la 2 000 kW etc., şi a condus în acelaşi timp la îmbunătăţirea randamentelor de exploatare, mărirea securităţii în funcţionarea instalaţiilor, mărirea gradului de selectivitate a protecţiei, precum şi la realizarea de importante economii în construcţia şi exploatarea obiectelor energetice industriale.

Trecerea de la tensiunea de 500 V la tensiunea de 1 000 V în unele şantiere petrolifere, precum şi trecerea de la tensiunea de 208 V la 380 V în multe sectoare industriale au condus de asemenea la ridicarea capacităţii de transport a reţelelor electrice existente, cu avantajele menţionate mai sus.

În trecut, *protecţia contra supratensiunilor* de origină atmosferică era practic inexistentă, ceea ce conducea la un număr mare de avarii, cu consecinţele lor asupra producţiei. Printr-o acţiune susţinută, la care ASIT-ul a avut o contribuţie importantă în ceea ce priveşte stabilirea soluţiilor tehnice şi mobilizarea acţiunii de realizare, situaţia s-a îmbunătăţit simţitor în reţelele industriale de 6 kV, dar în prea mică măsură în reţelele de tensiuni inferioare şi la receptori, din cauza lipsei de aparataj specific; de exemplu în industria petroliferă, peste 300 instalaţii au fost dotate cu descărcători cu rezistenţă variabilă, descărcători tubulari şi paratrăznete de tip vertical.

În cadrul *preocupării generale de reducere a numărului şi duratei întreruperilor* în alimentarea cu energie electrică a receptoarelor, pentru micşorarea pierderilor de producţie, sistemele energetice au introdus reanclanşarea automată rapidă a liniilor electrice după declanşările provocate de scurtcircuite temporare, precum şi reanclanşarea automată a rezervei. Această măsură nu este însă suficientă pentru rezolvarea problemei în şantierele cu mare dezvoltare în spaţiu, unde chiar în cazul reanclanşării reuşite a liniilor de alimentare, receptoarele autodeconectează prin acţiunea protecţiei de tensiune minimă, ceea ce a necesitat studierea şi realizarea unor sisteme de automatizare a reintrării în funcţiune normală a receptoarelor. Pe această linie, s-au realizat dispozitive de reanclanşare automată a liniilor de joasă tensiune şi s-a creat un prototip de întreruptor automat autoreanclanşator pentru protecţia motoarelor electrice care acţionează instalaţii în extracţia ţiţeiului.

Pentru o corectă folosire a capacităţii de producţie şi de transport, în vederea reducerii pierderilor de energie şi a îmbunătăţirii nivelului tensiunii la consumatori, s-a dus o acţiune coordonată şi susţinută, în care A.S.I.T.-ul a adus o contribuţie importantă, pentru *îmbunătăţirea factorului de putere al consumatorilor din sectorul industrial.* Prin această acţiune, pe ansamblul marilor consumatori din sectorul industrial, factorul de putere a crescut de la 0,67 în 1954, la 0,76 în semestrul I/1957. Deşi se înregistrează un progres simţitor, rezultatele nu pot fi considerate ca satisfăcătoare, întrucît pe de o parte nu s-au epuizat posibilităţile de îmbunătăţire pe cale naturală, care au fost frînate de lipsa de motoare sincrone şi gama insuficientă a puterii electromotoarelor, iar pe de altă parte, aplicarea mijloacelor artificiale a fost frînată de greutăţile în procurarea utilajelor necesare (condensatoare statice, excitatrice trifazate, compensatoare sincrone etc.).

În directă legătură cu procesele tehnologice industriale, aplicarea tehnicii noi, bazată pe dispozitive şi sisteme electrice, a cunoscut o largă dezvoltare. Menţionăm unele realizări:

— în *industria petrolului şi chimiei:* curăţirea electrică a ţiţeiului, centralizarea şi automatizarea comenzilor la instalaţiile de cracare, folosirea instalaţiilor de redresoare cu contact de mare randament pentru alimentarea instalaţiilor de electroliză a sării, precum şi folosirea electricităţii pentru automatizarea prin amplidină a reglajelor cilindrilor uscători de la fabricile de hîrtie, automatizarea comenzilor şi reglajului cuptoarelor electrice;

— în *industria grea:* montarea de cuptoare electrice şi furnale de mare capacitate, complet automatizate, instalarea unui laminor de platine complet automatizat, încălzirea prin curenţi de înaltă frecvenţă;

— în *industria minieră :* introducerea maşinilor de extracţie acţionate de motoare electrice asincrone prevăzute cu dispozitive de reglaj automat al pornirii şi frînare prin curent continuu;

— în *industria materialelor de construcţii:* utilizarea conductelor electrovibratoare în transportul materialelor, desprăfuirea cu înaltă tensiune redresată cu ajutorul redresorului cu seleniu;

— în *industria bunurilor de consum:* introducerea motoarelor electrice de 400 Hz la filatul centrifugal, electroplusarea pînzei, hîrtiei etc., uscarea cu raze infraroşii în industria textilă, piele, mase plastice, alimentară, automatizări pe linii tehnologice complexe în sectorul textile — finisaj, cauciuc, sticlă, mase plastice.

Realizările de pînă în prezent marchează un progres apreciabil faţă de situaţia din trecut, fără însă a putea fi considerate ca suficiente, la nivelul dezvoltării industriei.

Sectorului energetic industrial îi revin pentru viitor sarcini foarte mari, în legătură cu modernizarea instalaţiilor existente, cu îmbunătăţirea proceselor tehnologice şi cu ameliorarea indicilor tehnico-economici de exploatare.

Astfel, problemele de automatizare trebuie mult extinse, atît în instalaţiile tehnologice, cît şi în instalaţiile energetice de deservire. Trebuie să se ajungă la o aplicare pe scară largă a metodelor de autopornire şi reanclanşare a motoarelor electrice în industrie şi la extinderea staţiilor de transformare şi distribuţie automatizate, fără personal permanent de deservire.

Trebuie mărit gradul de siguranţă în exploatarea energetică, dîndu-se o atenţie sporită problemelor privind protecţia contra supratensiunilor de natură atmosferică şi problemei protecţiei selective prin relee.

Pentru folosirea mai raţională a capacităţii de producţie şi transport existente, consumatorii industriali vor trebui să se preocupe în continuare de trecerea distribuţiilor la tensiuni superioare şi de aplicarea măsurilor de îmbunătăţire a factorului de putere, cu atenţie sporită pentru aplicarea măsurilor naturale, insistîndu-se în mod deosebit pentru înlocuirea motorului asincron cu motorul sincron, acolo unde procesul tehnologic permite, cum se întîmplă cel mai des.

Pe specific de industrie, este necesar să se analizeze situaţia existentă şi să se treacă — pe bază de cercetări şi studii — la aplicarea tehnicii noi.

Astfel, în industria petroliferă este necesar să se îmbunătăţească funcţionarea instalaţiilor de foraj,

studiindu-se de exemplu folosirea în acţionări a cuplajului electromagnetic cu alunecare, reglarea automată a avansării sapei în forajul cu masa rotativă, tot pe baza proprietăţilor cuplajului electromagnetic cu alunecare şi extinderea la forajul cu turbină, combinat cu controlul rotaţiei turbinei, folosind simple tahometre montate la suprafaţă, sisteme propuse de ing. I. Huhulea.

În industria minieră, vor trebui introduse procedee noi de mecanizare şi automatizare, privind comanda automată şi de la distanţă a transportoarelor montate în serie, comanda automată a pompelor în funcţie de nivelul apei, reglarea automată a debitelor compresoarelor în funcţie de presiunea aerului comprimat, automatizarea procesului de spălare la preparaţii etc.

Un accent important trebuie pus pe problema îmbunătăţirii iluminatului şi a micşorării consumului corespunzător de energie electrică, prin folosirea de lămpi moderne, cu fluorescenţă, vapori de mercur etc., şi de corpuri de iluminat adecvate. Industria noastră electrotehnică va trebui să treacă la asimilarea şi producţia de serie a acestor lămpi şi corpuri de iluminat.

În problema economiei de energie, problemă de capitală importanţă pentru economia naţională, de la măsurile tehnico-organizatorice ce se iau azi fără nici un studiu, va trebui să se treacă la întocmirea de studii bine fundamentate, pe bază de analize ale bilanţelor energetice, studii din care vor reieşi locurile de risipă de energie, de pierderi exagerate, putîndu-se deci lua cele mai indicate măsuri de remediere. În institutele de cercetări ale ministerelor, vor trebui reînfiinţate sau create grupe speciale pentru studiul problemelor energetice, iar întreprinderile vor trebui dotate cu aparatele de măsură necesare, fără de care nici studiile nu se pot face în mod serios, nici rezultatele măsurilor ce se vor aplica nu pot fi urmărite. În privinţa aparatelor de măsură, va trebui să se recurgă chiar la import, dacă industria naţională nu le poate produce în cantităţile necesare, deoarece ele au o valoare redusă, atît în mod absolut, cît şi mai ales în comparaţie cu rezultatele economice ce se vor putea obţine pe baza lor.

Legată de problema economiei de energie este şi problema reducerii puterii consumate în timpul orelor de vîrf. Este necesar să se facă studii economice comparative între soluţia sporirii puterii necesare în centralele electrice şi soluţia montării în industrii a unor echipamente mari consumatoare, suplimentare sau supradimensionate, care să lucreze numai în afara orelor de vîrf şi care să acopere în acest fel toată producţia, prin stocare intermediară.

*
* *

Prin realizarea condiţiilor organizatorice mai sus expuse şi dispunînd de sprijinul sectorului de producere, transport şi distribuţie de energie electrică şi al sectorului electrotehnic, muncitorii, inginerii şi tehnicienii energeticieni din industriile consumatoare de energie electrică vor continua progresul deja început şi vor păşi la adîncirea introducerii tehnicii noi şi a economiilor de energie, sprijinind în acest fel eforturile generale ale oamenilor muncii din Republica noastră, pentru realizarea sarcinilor dezvoltării armonioase a economiei naţionale, pe linia Directivelor celui de-al II-lea Congres al Partidului Muncitoresc Romîn şi a Rezoluţiei Congresului A.S.I.T. din mai 1957.

*
* *

Sîntem convinşi că lucrările Conferinţei Electricienilor vor dezbate şi găsi soluţiile cele mai bune pentru a asigura un climat şi o bază sigură a industrializării patriei noastre şi cu acest gînd permiteţi-mi să transmit conferinţei în numele muncitorilor, inginerilor, tehnicienilor şi funcţionarilor din cadrul Ministerului Industriei Petrolului şi Chimiei şi al tuturor consumatorilor un călduros salut şi să urez succese depline lucrărilor conferinţei.

658.57 : 621.317.2(063)(498)

Dezvoltarea activităţii de cercetare tehnico-ştiinţifică în întreprinderile industriale

Prof. ing. M. BERCOVICI
Preşedintele secţiei Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T.

Raport prezentat în şedinţa de deschidere din 11 noiembrie 1957 (text prescurtat)

Energia electrică, electricitatea, are în desfăşurarea actuală a vieţii societăţii omeneşti un rol dintre cele mai importante, rol menit a deveni şi mai pronunţat în viitoarele stadii de dezvoltare a civilizaţiei noastre. A devenit pentru noi un lucru aproape de la sine înţeles să găsim electricitatea utilizată sub o formă sau alta în mai toate domeniile de activitate, fie că este vorba de industrie, transporturi, comunicaţii, agricultură, comerţ etc., fie că este vorba de viaţa de toate zilele a omului.

Ştiinţa epocii pe care o străbatem fizica, chimia, biologia, apoi matematica, medicina, lingvistica, astronomia — pentru a nu semnala decît cîteva domenii luate la întîmplare — se servesc de electricitate atît ca instrument pentru pătrunderea şi descifrarea necunoscutului, cît şi prin concepţiile ei de bază.

Deşi generaţia noastră este în bună parte obişnuită cu ritmul actual al dezvoltării ştiinţei şi tehnicii, deşi sîntem de mult convinşi de posibilităţile — putem spune nelimitate — ale inteligenţei, ale ştiinţei omeneşti, rămînem totuşi realmente înmărmuriţi de succesele pe care le înregistrează zi de zi şi tehnica epocii noastre, succese care nu fac decît să prevestească cu siguranţă succese chiar mai răsunătoare în viitorul mai mult sau mai puţin apropiat. În toate aceste realizări, întîlnim de fiecare dată electricitatea ca un element important, fără de care fie că ele nu ar fi putut fi înfăptuite, fie că nu ar fi fost atît de spectaculoase şi generatoare de noi succese şi realizări în viitor.

Apariţia pe arena utilizărilor tehnice a unei forme de energie de importanţa electricităţii în ultimele decenii ale secolului trecut nu putea să rămînă străină fondatorilor socialismului ştiinţific, Marx, Engels şi Lenin.

Marx, Engels şi Lenin au prevăzut în mod genial importanţa electricităţii şi rolul pe care energia electrică îl va juca în victoria socialismului asupra orînduirii burgheze a societăţii.

Marx şi Engels au urmărit cu atenţie primele experienţe făcute în legătură cu aplicaţiile electricităţii, întrevăzînd în aceasta perspective noi şi importante pentru viitoarea dezvoltare a tehnicii şi prevăzînd în mod just însemnătatea revoluţionară a energiei electrice.

„Domnia majestăţii sale «aburul» care în secolul trecut (secolul al 18-lea) a revoluţionat lumea s-a sfîrşit ; locul îl va lua o forţă in comparabil mai revoluţionară — «scînteia electrică»" spunea Marx.

Este bine cunoscută lozinca lui Lenin : „*Comunismul este Puterea Sovietelor plus electrificarea întregii ţări*", prin care el a vrut să scoată în mod lapidar în evidenţă rolul important al electrificării ţării, în drumul societăţii omeneşti spre comunism prin situarea întregii economii naţionale pe baza marii producţii electrificate.

În ceea ce priveşte programul concret de electrificare a Uniunii Sovietice, se cunoaşte acţiunea dusă de Lenin pentru elaborarea în cursul anului 1920 — deci în plin război civil — a celebrului plan „Goelro" — planul de electrificare a Rusiei — de către o comisie formată din numeroşi savanţi şi tehnicieni specialişti din toate domeniile interesate, sub conducerea inginerului Gleb Krijijanovski, astăzi venerabilul academician şi director al Institutului de Energetică al Academiei de Ştiinţe a U.R.S.S. Se ştie că planul „Goelro", primul plan de dezvoltare a economiei naţionale pe o perioadă mai lungă din U.R.S.S., a marcat începuturile uriaşei dezvoltări a energeticei şi electrotehnicei sovietice şi în genere a industriei, transportului şi agriculturii din prima ţară a socialismului victorios.

Ceea ce a urmat în U.R.S.S. în acest răstimp de 37 ani de la adoptarea planului „Goelro" vă este bine cunoscut. Este de ajuns să amintesc că în timp ce în 1920 producţia totală de energie electrică în Uniunea Sovietică era de cca. 0,5 miliarde kWh (după ce atinsese 1,9 miliarde kWh în 1913, în anul în curs (1957), această producţie va atinge 210 miliarde kWh, iar savanţii şi tehnicienii sovietici lucrează în prezent la planurile de electrificare a Uniunii Sovietice corespunzătoare unor producţii de 1000 miliarde, 2000 miliarde şi 3000 miliarde kWh, producţii care vor fi atinse treptat pînă la finele acestui secol.

Şi la noi în ţară problema electrificării a preocupat în mod intens partidul clasei muncitorilor. Iată ce spunea tov. Gh. Gheorghiu-Dej în 1950 în

raportul său de prezentare a Planului de Electrificare pentru perioada 1950—1960 :

„Trebuie reamintit că problema electrificării țării a format obiectul preocupărilor partidului nostru încă de la Conferința Națională a Partidului Comunist Romîn din toamna anului 1945". Deși în acel moment în fața partidului și a reprezentanților săi în guvern stăteau probleme grele și de mare răspundere, care cereau o rezolvare imediată, ca refacerea industriei și a transporturilor, realizarea reformei agrare, înfrîngerea haosului economic și a foametei provocate de secetă, lupta împotriva sabotajului capitaliștilor și a comploturilor organizate de serviciile de spionaj imperialiste, partidul nostru a înscris printre obiectivele sale de perspectivă electrificarea țării, cercetarea științifică și valorificarea bogățiilor naturale ale țării, realizarea unor mari lucrări de irigații, asanări și creșterea suprafețelor terenurilor cultivabile.

„Prin crearea în țară a unei rețele de centrale hidroelectrice — spunea raportul politic al C.C. din 1945 — se va putea purcede la electrificarea căilor ferate și îmbunătățirea alimentării masive cu energie electrică pentru dezvoltarea tuturor industriilor noastre. De asemenea, prin extinderea rețelei de curent electric se va putea introduce lumina și forța electrică pînă și în cel mai depărtat cătun al țării, ridicîndu-se astfel nivelul de viață și de cultură al plugărimii noastre.

Utilizînd acest nesecat izvor de energie — cărbunele alb — vom putea face economii considerabile în rezervele noastre de petrol și cărbune".

„Între electrificarea, industrializarea și mecanizarea agriculturii există o strînsă legătură. Raportul politic la Conferința națională stabilea lipsurile necesare pentru refacerea industriei distruse de război și folosirea integrală a capacității ei de producție, ca punct de plecare pentru dezvoltarea industrială a Romîniei, accentul fiind pus asupra dezvoltării industriei grele.

O industrie grea puternică — spunea raportul politic — constituie pivotul în jurul căruia întreaga economie a țării se va dezvolta în condiții noi".

*

Poate cea mai importantă inovație în istoria milenară a dezvoltării tehnicii pe globul nostru este inventarea metodei științelor aplicate, care a avut loc în ultimele decenii ale secolului trecut și a cărei utilizare este în continuă creștere, în toate domeniile de activitate materială omenească. Creșterea fenomenală a folosinței energeticei electrice — care are o vechime mai mică de 100 de ani — și dezvoltarea electronicei care este de dată mai recentă, demonstrează într-un mod spectaculos și poate mai evident decît orice alt domeniu al tehnicii moderne, cît de rapid poate să evolueze domeniul tehnicii dacă se sprijină cu tărie și în mod consecvent pe știință, pe cunoștințele fundamentale ale științei despre electricitate.

Și cel mai grăitor exemplu al strălucitelor rezultate ce se pot obține prin aplicarea consecventă a metodei științelor aplicate în toate domeniile în care intervine electricitatea ni-l oferă tocmai Uniunea Sovietică, unde, în acest răstimp de 40 de ani de la instaurarea socialismului, tehnicienii, mînă în mînă cu oamenii de știință, eliberați de exploatarea capitalistă, puternic sprijiniți de Partidul Comunist și de Statul Sovietic și stimați de colectivitate, au uimit lumea întreagă prin grandioasele lor realizări.

Conferința Electricienilor din R.P.R., prima manifestare de acest gen și cu amploarea actualei noastre conferințe din țară, inspirîndu-se din ideile expuse mai înainte, urmărește în principal două obiective.

În primul rînd Conferința a urmărit cunoașterea mai adîncă a experienței realizate în țara noastră privind introducerea tehnicii noi și a stadiului actual al tehnicii mondiale în multiplele domenii în care intervine electricitatea. De asemenea conferința urmărește informarea largă a inginerilor și tehnicienilor noștri asupra numeroaselor și variatelor posibilități pe care electricitatea le oferă astăzi pentru ridicarea pe trepte superioare a producției tehnice și a productivității muncii, în toate ramurile industriale, în transporturi și telecomunicații, precum și pentru îmbunătățirea vieții de toate zilele a omului etc.

Tematica conferinței este prezentarea de referate cu caracter tehnico-științific și tehnico-economic privind realizări din țara noastră, precum și din tehnica mondială, dar care reprezintă interes în condițiile actuale ale economiei noastre naționale în domeniile de producere, transport, distribuție și utilizare a energiei electrice, de fabricarea de materiale, aparate și mașini electrice și de telecomunicații, electrică și automatizare.

Cum reușește conferința noastră să răspundă acestui obiectiv ? Pentru a răspunde acestei întrebări să ne fie îngăduit a indica cîteva cifre cu caracter statistic.

La conferință, se vor prezenta de către inginerii și tehnicienii noștri un număr de 82 referate întocmite de 108 autori, în afară de referatele care vor fi prezentate de către iubiții noștri oaspeți din țările vecine. Am evitat pe cît posibil prezentarea de referate cu caracter general, de monografie, în special în domenii care nu au o aplicabilitate imediată sau într-un viitor apropiat în țara noastră.

Aceste 82 referate se împart în modul următor în cele trei domenii ale electricității :

— *producerea, transportul, distribuția și utilizarea energiei electrice :* 26 referate, întocmite de 27 autori ;

— *fabricarea de materiale, aparate și mașini electrice :* 41 referate, întocmite de 55 autori.

— *telecomunicații, electronica, automatica :* 15 referate, întocmite de 26 autori.

Se poate susține cu drept cuvînt că această repartiție nu reflectă în mod just structura masei noastre de ingineri și tehnicieni electricieni, numărul de referate din domeniile producerii, transportului, distribuției și utilizării energiei electrice și din domeniile telecomunicațiilor, electronicii și

automatizărilor trebuind să fie opoziţional mai mare. Este totuşi de observat că la actuala noastră conferinţă, nu se prezintă referate în legătură cu electrificarea agricolă şi rurală, acestea fiind rezervate unei consfătuiri speciale care va avea loc în Bucureşti la începutul anului 1958, şi că în cursul lunii iunie anul acesta a avut loc în Bucureşti o consfătuire organizată de Academia R.P.R. închinată problemelor de automatizare.

Repartiţia referatelor pe diversele subdomenii se prezintă în modul următor :

— *Centrale şi staţii electrice*	— 6 referate
— *Reţele şi sisteme electrice*	— 9 referate
— *Utilizarea energiei electrice*	— 11 referate
— *Materiale electrotehnice*	— 9 referate
— *Aparate electrice*	— 4 referate
— *Maşini electrice*	— 4 referate
— *Măsurători electrice*	— 5 referate
— *Electrovid*	— 10 referate
— *Electrotehnologie*	— 2 referate
— *Telecomunicaţii*	— 6 referate
— *Electronică*	— 7 referate
— *Automatizări*	— 2 referate
Total	82 referate

Din această enumerare se poate trage concluzia că aproape toate domeniile de aplicaţie a electricităţii sînt reprezentate, marcînd preocupările multilaterale ale electricienilor noştri.

Pe baza diversităţii subiectelor tratate în referate atît de inginerii şi tehnicienii noştri, cît şi de oaspeţii de peste hotare şi a numărului de participanţi, Conferinţa va prilejui, după părerea noastră, un bogat schimb de experienţe între electricienii noştri şi este de aşteptat ca din impresiile pe care unul sau altul le va primi din urmărirea expunerilor şi a discuţiilor ce le vor însoţi, va rezulta o sporită preocupare în problemele pe care electroenergetica, electrotehnica, electrocomunicaţiile, electronica etc. le pun în stadiul actual al dezvoltării economiei noastre.

A doua preocupare principală a Conferinţei Electricienilor din R.P.R. o reprezintă cunoaşterea şi promovarea activităţii de cercetare tehnico-ştiinţifică şi tehnico-economică a inginerilor şi tehnicienilor electricieni din întreprinderi, activitate de care depinde în mare măsură înfăptuirea progresului tehnic din ţara noastră.

Pînă în ultimul timp, activitatea de cercetare tehnico-ştiinţifică şi chiar tehnico-economică era în principal concentrată la noi în ţară în institutele speciale de cercetări ale Academiei R.P.R. şi departamentale şi la catedrele de învăţămînt superior. Se consideră de mulţi că numai în asemenea organizaţii pot fi create bazele materiale şi climatul ştiinţific necesar conducerii raţionale şi obţinerii unor rezultate pozitive ale activităţii de cercetare tehnico-ştiinţifice.

Fără a avea cîtuşi de puţin intenţia de a diminua rolul deosebit de important pe care existenţa, profilul şi activitatea unităţilor centrale de cercetare tehnico-ştiinţifică şi tehnico-economică şi a catedrelor de învăţămînt superior îl au în dezvoltarea economiei noastre naţionale şi pentru ridicarea ştiinţei şi tehnicii noastre pe trepte superioare, trebuie să constatăm totuşi că această poziţie oarecum exclusivă, pe care unii încearcă să o rezerve institutelor centrale de cercetări, nu este justă şi nici de dorit. Există în producţia noastră industrială şi în activitatea de exploatare a instalaţiilor de deservire un număr important de probleme care se cer a fi studiate, cercetate şi rezolvate chiar la locul unde ele apar şi care nu pot fi atacate de institutele centrale de cercetări decît cu greutate şi cu întîrziere, fie datorită imposibilităţii de a cunoaşte cauzele şi condiţiile reale care generează aceste probleme, fie întrucît nu posedă în colectivele lor specialiştii necesari, suficient de familiarizaţi cu situaţiile speciale şi adesea locale din întreprinderi. Considerăm că nu este cazul de a extinde prea mult exemplificările în această privinţă: este suficient a ne gîndi la numeroasele deficienţe care apar în procesele tehnologice de fabricare şi care se cer a fi cît mai grabnic şi radical înlăturate, la avariile şi întreruperile care survin în exploatarea instalaţiilor energetice şi de telecomunicaţii şi care adesea sînt înregistrate în rubrica „cauze cunoscute", sau a căror explicaţie nu este satisfăcătoare, nefiind bazată pe o cercetare amănunţită şi suficient de adîncă a cauzelor şi împrejurărilor în care s-au produs, la procesele tehnologice noi care trebuie adoptate şi adaptate la structura echipamentului existent etc., pentru a ne da seama că nu am exagerat de loc cînd am taxat drept important numărul problemelor pentru cercetarea şi rezolvarea cărora inginerii şi tehnicienii din întreprinderi sînt mai bine plasaţi — din toate punctele de vedere — decît cei din institutele centrale de cercetări.

Dar trebuie să constatăm că situaţia existentă în prezent în această direcţie se datoreşte în mare parte şi conducerilor întreprinderilor care prea adesea sînt înclinate a solicita institutelor centrale de cercetări, rezolvarea unor probleme care prin specificul lor fac net parte din categoria acelora care pot şi trebuie rezolvate cu forţele proprii ale întreprinderilor ; instituţiile centrale de cercetări sînt astfel sustrase de la îndeplinirea adevăratei lor meniri, care constă în primul rînd în efectuarea de cercetări cu caracter fundamental, general sau de perspectivă, nespecifice unei sau altei întreprinderi. Fără a intra iarăşi în prea multe exemplificări trebuie să amintim totuşi cazul unor întreprinderi care solicită Institutului de Energetică al Academiei R.P.R. determinarea consumurilor specifice de energie pentru anumite produse şi stabilirea măsurilor necesare pentru reducerea acestor consumuri specifice, sau cazul unei întreprinderi electrotehnice care solicită Institutului de cercetări departamental rezolvarea unor probleme de reţele tehnologice. Această tendinţă a întreprinderilor de a se desezisa de obligaţia rezolvării cu forţe şi prin mijloace proprii a problemelor specifice de cercetare — nu atît din cauza insuficienţei acestor forţe şi mijloace sau din cauza dificultăţilor de ordin

ştiinţific sau numai tehnologic de atacare a problemelor, ci mai mult pentru a se degaja de răspunderea ce le revine de fapt — trebuie considerată ca foarte periculoasă şi deci respinsă în mod categoric.

Rezultă din aceste sumare considerente necesitatea întăririi şi dezvoltării activităţii de cercetare tehnico-ştiinţifică şi tehnico-economică din întreprinderi, îndrăznesc să spun chiar la locul de muncă al fiecărui inginer şi tehnician — activitate care trebuie însă bine dozată şi coordonată cu activitatea curentă de producţie sau de exploatare şi corespunzător îndrumată spre problemele imediate şi vitale ale producţiei sau exploatării.

Aceste concluzii, care stau la baza celui de-al doilea obiectiv al conferinţei noastre încă de la începutul organizării ei, acum aproximativ un an şi jumătate, şi-au găsit o expresie adecvată în prevederile art. 4 din H.C.M. nr. 1049 din 29 iunie 1951, relativă la profilarea institutelor de cercetare din ţară.

„Departamentele să întărească şi să dezvolte reţeaua de laboratoare uzinale care să se ocupe şi de rezolvarea diferitelor probleme tehnice legate de îmbunătăţirea procesului de producţie, în raport cu profilul şi activitatea întreprinderii respective.

Laboratoarele uzinale vor fi subordonate din punct de vedere administrativ conducerii întreprinderilor, iar din punct de vedere tehnic institutelor de cercetări departamentale din ramura de producţie respectivă. Se va avea grijă de asigurarea continuităţii în munca de cercetare a cadrelor respective.

Pînă la 30 septembrie 1957 ministerele şi organele centrale de stat vor raporta Consiliului de Miniştri măsurile concrete luate şi cele ce urmează să se ia pentru întărirea şi dezvoltarea reţelei de laboratoare uzinale".

Această prevedere constituie un pas înainte hotărîtor în mobilizarea întreprinderilor pentru rezolvarea prin cercetări proprii cu caracter tehnico-ştiinţific a problemelor de îmbunătăţire a procesului tehnologic de fabricaţie şi de înlăturare a perturbaţiilor care apar în fabricaţie sau în exploatare, în plus ea creează premizele tehnico-materiale şi climatul necesar pentru extinderea activităţii de cercetare, pentru înrădăcinarea şi dezvoltarea spiritului şi practicii de mînuire a metodelor de investigaţie ale ştiinţelor aplicate şi la inginerii şi tehnicienii care nu-şi au locul de muncă în laboratoarele uzinale, ci în producţie sau în exploatare. Între laboratoarele uzinale şi atelierele de producţie sau unităţile de exploatare se va realiza în timp o legătură vie, nemijlocită, de colaborare ştiinţifică şi tehnică, o fructificare reciprocă în preocupările specifice fiecărei unităţi, pentru înlăturarea deficienţelor şi atingerea unui nivel tehnic superior.

Pentru expunerea rezultatelor activităţii de cercetare a institutelor centrale de cercetări şi a catedrelor de învăţămînt superior s-au cristalizat în timp o serie de manifestări corespunzătoare. Astfel institutele de cercetări ale Academiei R.P.R. au la dispoziţie sesiunile generale ştiinţifice ale Academiei R.P.R. (care au loc de două ori pe an) şi sesiunile de comunicări ale fiecărui institut (care se ţin de mai multe ori pe an) ; institutele de cercetări departamentale şi institutele de învăţămînt superior organizează de asemenea, pentru cadrele lor, sesiuni ştiinţifice de comunicări, care au de obicei loc o dată pe an. Putem da ca exemplu sesiunea de comunicări a Institutului de Cercetări Electrotehnice din cadrul Ministerului Industriei Grele care s-a ţinut în cursul lunii iunie a. c. cu un bogat program de comunicări.

Pentru expunerea rezultatelor cercetărilor întreprinse de inginerii şi tehnicienii din întreprinderi, nu există însă pînă în prezent altă posibilitate decît periodicele A.S.I.T. şi ale ministerelor respective. Consfătuirile care se organizează de către A.S.I.T. în colaborare cu ministerele interesate, fiind întotdeauna axate pe probleme cu caracter mai mult sau mai puţin restrîns, nu pot reflecta decît într-o mică măsură activitatea de cercetare a cadrelor tehnice din întreprinderi.

Această lacună încearcă acum Conferinţa Electricienilor să o înlăture, oferind electricienilor din întreprinderi posibilitatea de a-şi expune rezultatele preocupărilor lor în domeniul cercetării tehnico-ştiinţifice şi tehnico-economice, în faţa unui numeros şi select auditoriu de specialişti din aceleaşi ramuri sau din ramuri învecinate de activitate.

Se pune acum întrebarea : în ce măsură reuşeşte Conferinţa noastră să răspundă acestei sarcini, în ce măsură reflectă ea activitatea de cercetare a electricienilor din *întreprinderi*? Sîntem din nou obligaţi să recurgem la unele date statistice.

Cei 108 referenţi cu 82 referate prezentate se împart în modul următor :

42 referenţi cu 38 referate provin din întreprinderi şi anume din 21 întreprinderi energetice, electrotehnice, institute de proiectări etc.

36 referenţi cu 20 referate provin din institutele de cercetări ale Academiei R.P.R. şi departamentale.

12 referenţi cu 12 referate provin din administraţiile centrale ale Departamentelor.

17 referenţi cu 11 referate fac parte din cadrele învăţămîntului superior sau mediu.

1 referent cu 1 referat nu poate fi încadrat în nici una din aceste categorii fiind un pensionar.

Cum trebuie interpretate aceste cifre?

După părerea noastră, faptul că numai aproximativ 40% din referenţi şi ceva peste 45% din referate provin din întreprinderi, trebuie considerat totuşi ca fiind satisfăcător, marcînd o preocupare suficient de susţinută — în stadiul în care se găseşte în prezent la noi activitatea de cercetare uzinală — a electricienilor din întreprinderi cu problemele de cercetare tehnico-ştiinţifică şi tehnico-economică.

Această situaţie ne îndreptăţeşte să prevedem în viitorul apropiat o puternică dezvoltare a acestei activităţi. Evident că pentru aceasta ea va trebui să

fie în mod continuu îndrumată, coordonată şi susţinută de toate organele care pot contribui la această acţiune.

Astfel, considerăm că viitoarea comisie pentru coordonarea întregii activităţi ştiinţifice din ţară, care este în curs de înfiinţare în cadrul Academiei R.P.R., trebuie să-şi înscrie pentru sarcinile sale şi sprijinirea activităţii de cercetare uzinală.

Institutele de cercetări ale Academiei R.P.R., institutele de cercetări departamentale şi catedrele de învăţământ superior trebuie să acţioneze pentru întărirea şi dezvoltarea activităţii de cercetare din întreprinderi prin :

— neînscrierea în planurile lor de cercetare a unor teme şi probleme cerute de întreprinderi care ar putea fi rezolvate de întreprinderi prin forţele şi cu mijloacele lor proprii ; pentru aceste cazuri, institutele centrale de cercetări să pună la dispoziţia întreprinderilor sub formă de asistenţă tehnică : documentaţii, eventual aparatură de cercetare, metode de lucru etc.,

— sau dacă preiau spre cercetare teme sau probleme puse de întreprinderi, cu un caracter local, instituţiile centrale să le efectueze prin colaborare cu întreprinderile, antrenînd în munca de cercetare cît mai multe cadre tehnice din întreprinderi ; conducerile întreprinderilor să privească pozitiv această colaborare, susţinînd-o cu toată tăria şi din toate punctele de vedere.

Direcţiile generale tehnice şi productive din ministere să organizeze activitatea de cercetare uzinală — de altfel în concordanţă cu prevederile H.C.M. nr. 1049 din 1957, amintită mai sus — prin elaborarea de tematice de cercetări, înzestrarea cu aparatura necesară prin cumpărare — bineînţeles în limita posibilităţilor — sau prin transfer şi împrumut, organizarea şi înzestrarea unităţilor de documentare uzinale şi să urmărească desfăşurarea activităţii de cercetare etc.

În fine pentru cercurile A.S.I.T. din întreprinderi, filialele A.S.I.T. şi secţiile de specialitate din cadrul Consiliului Central A.S.I.T., problema întăririi şi dezvoltării activităţii de cercetare din întreprinderi prezintă un vast cîmp de preocupare, problemă căreia va trebui să-i acordăm cu toţii în viitor o atenţie mult mai mare decît am făcut-o pînă în prezent.

Acţionînd în mod coordonat şi cu toată perseverenţa, vom ajunge cu siguranţă la un nivel ridicat al cercetării uzinale, ceea ce va contribui la asigurarea procesului tehnic în ţara noastră. Şi se poate afirma că întărirea şi dezvoltarea activităţii de cercetare uzinale vor avea ca urmare şi ridicarea nivelului ştiinţific al cercetărilor fundamentale, cu caracter general şi de perspectivă ce revin institutelor de cercetări centrale şi catedrelor de învăţămînt superior.

621.3.(063)(498)

Raport asupra lucrărilor Secţiei I-a Energie Electrică
a Conferinţei Electricienilor din R.P.R. (noiembrie 1957)

În secţia I-a au fost prezentate 28 rapoarte, împărţite după cum urmează :

— 6 rapoarte în Grupa 1 — *Centrale şi staţii electrice.*

— 11 rapoarte în Grupa 2 — *Reţele şi sisteme electrice.*

— 11 rapoarte în Grupa 3 — *Utilizarea energiei electrice.*

În ceea ce priveşte desfăşurarea şedinţelor, trebuie observat că deşi numărul participanţilor la lucrările Secţiei a fost mare (circa 250—300), totuşi discuţiile au fost purtate de numai 45 vorbitori, ceea ce dovedeşte că cel puţin o parte din participanţi nu au studiat materialul, cu toate că fusese în parte pregătit şi trimis din timp. Totodată, trebuie spus că timpul scurt care a stat la dispoziţie nu a favorizat extinderea discuţiilor.

Nivelul lucrărilor prezentate şi al discuţiilor care au avut loc a fost în general acela ce era de aşteptat de la o conferinţă menită să promoveze introducerea tehnicii noi şi cercetarea tehnico-ştiinţifică la locul de producţie.

Prin originalitatea materiei tratate şi nivelul ştiinţific al prezentării, s-au remarcat rapoartele tovarăşilor: Titus Berinde, N. Boţan şi colaboratorii, Jean Gayraud, I. Huhulea, Emil Ionescu şi colaboratorii, E. Lebovitz, Dănilă Marc, D. Martac, Gh. Moisil, C. Nicodimescu şi Cornel Penescu.

În cele ce urmează se vor expune pe scurt problemele principale ce au fost în discuţie la lucrările secţiei I-a şi concluziile ce se pot desprinde din acestea :

O problemă mult discutată a fost aceea a calităţii energiei electrice furnizate consumatorilor, problemă care a fost axată pe raportul tov. prof. ing. C. Penescu, care a tratat aspectele generale ale influenţei funcţionării în condiţii de tensiune şi frecvenţă diferite de cele nominale la diferitele categorii de receptori, cum şi de raportul ing. D. Martac, care a adîncit această problemă în cazul motoarelor asincrone pentru parametrul tensiune.

Au rezultat dezavantajele funcţionării la tensiune scăzută şi anume : scăderea productivităţii şi a randamentelor (ambele avînd drept consecinţă creşterea consumurilor specifice) ; creşterea uzurii motoarelor şi înrăutăţirea iluminatului calitativ (spectru) şi cantitativ (flux luminos).

Pentru viitor vor trebui întocmite studii adîncite pe categorii de receptori şi încercări globale pe viu pe sectoare de reţea precum şi pe utilaje separate.

Un raport foarte interesant a fost acel al tov. ing. M. Calburov, prim-vicepreşedinte al Asociaţiei Tehnico-Ştiinţifice din R. P. Bulgaria, care a arătat cîteva aspecte caracteristice din energetica

ţării vecine şi prietene şi din care a rezultat progresul considerabil înregistrat în R.P.B., în domeniul electrificării în general şi al electrificării rurale în special, cum şi avansul dobîndit de R.P.B. faţă de ţara noastră în amenajarea resurselor hidroenergetice şi dezvoltarea reţelelor.

Rapoartele puse în discuţie de ing. Titus Berinde şi ing. I. Iordănescu au tratat despre punerea în paralel a maşinilor sincrone neexcitate sau parţial excitate, ca o generalizare a procedeului autosincronizării. Din discuţii a reieşit părerea generală că autosincronizarea reprezintă o metodă utilă, ce trebuie aplicată în caz de avarii în sistemul energetic sau în cazul lipsei aparatelor de sincronizare precisă, dar nu este cazul a fi folosită ca manevră normală la grupurile cu porniri şi opriri dese.

Automatizările în sistemele energetice au fost doar parţial tratate la conferinţă prin rapoartele ing. J. Gayraud şi St. Feldman privind reanclanşarea automată şi autopornirea motoarelor, cu aplicaţie în raportul ing. Gayraud pentru reţelele şantierelor petrolifere. Un alt aspect al autopornirii şi anume la motoarele serviciilor interne ale centralelor electrice a fost tratat în raportul ing. Gh. Broşteanu.

Aplicarea acestei automatizări a reieşit ca oportună în majoritatea acţionărilor din industrie, ca şi în centralele electrice, trebuind însă a fi coordonată cu schema de protecţie a instalaţiilor respective.

Tot în domeniul automatizărilor industriale a fost prezentat un raport de către ing. I. Huhulea tratînd despre un dispozitiv imaginat de autor de cuplaj electromagnetic cu alunecare, în curs de experimentare, care poate fi cu folos aplicat în diverse acţionări, arătîndu-se aplicaţiile în industria petroliferă la automatizarea unor operaţii din procesul de foraj.

Depunerile de chiciură pe conductoarele liniilor electrice aeriene au format obiectul a trei rapoarte şi anume : raportul conf. ing. V. Rădulescu privind metodele electrice de topire sau combatere a formării chiciurii, raportul ing. V. Bucur descriind un caz excepţional de chiciură suprapusă peste vînt în Munţii Apuseni şi raportul întocmit de ing. Walter Förster din Republica Democrată Germană, care a expus o metodă bazată pe utilizarea razelor infraroşii pentru detectarea de la sol a contactelor slabe din linii, care ar putea împiedica trecerea unui curent sporit pentru împiedicarea formării sau pentru topirea chiciurii.

Din rapoarte şi discuţii au reieşit pe de o parte importanţa acestei probleme pentru ţara noastră, date fiind avariile de linii aeriene ce au avut loc din această cauză, cum şi oportunitatea construirii unor staţii experimentale de chiciură pentru obţinerea de date meteorologice experimentale care să stea la baza proiectelor viitoare.

Alte trei rapoarte s-au referit la chestiuni legate de protecţia liniilor şi staţiilor electrice împotriva supratensiunilor atmosferice. Dintre aceste rapoarte relevăm raportul ing. D. Marc privitor la oportunitatea folosirii conductoarelor de protecţie la liniile de 110 şi 35 kV. Concluzia ce s-a degajat a fost aceea că într-un mare număr de cazuri este posibil şi chiar oportun să se renunţe la conductoarele de protecţie, păstrîndu-le doar pe o porţiune de cîţiva km la intrările în staţii.

Un raport prezentat de conf. ing. C. Mihăileanu a pus în discuţie utilizarea condensatoarelor serie în reţele de distribuţie de medie tensiune. Această metodă, simplă şi ieftină, de îmbunătăţire a tensiunii în reţele şi de utilizare justă a acestor reţele prin mărirea sarcinilor transportate prin ele, îşi găseşte o răspîndire din ce în ce mai largă, fiind de pe acum introdusă în cel puţin patru ţări. Din discuţii a reieşit că metoda este propice a fi întrebuinţată în ţara noastră şi că ar trebui păşit la realizarea unor instalaţii cu caracter experimental.

În domeniul reţelelor electrice de joasă tensiune, raportul ing. I. Huhulea a dezbătut folosirea tensiunii de 1 000 V, în comparaţie cu cea de 500 V, reieşind avantajele primei tensiuni şi oportunitatea standardizării ei.

Raportul ing. C. Nicodimescu a tratat curăţirea ţiţeiurilor cu ajutorul curentului electric, descriind metoda preconizată de autor. Asupra acestui raport nu s-au putut trage concluzii, datorită lipsei autorului (în deplasare în R. P. Chineză), neputîndu-se preciza particularităţile de funcţionare ale metodei.

În raportul ing. Emil Ionescu şi Mihai Grăniceanu s-a prezentat o metodă grafico-analitică de determinare a regimurilor optime de funcţionare a cuptoarelor electrice cu arc. Din discuţiile ce au avut loc a rezultat utilitatea acestei metode, cît şi necesitatea ca studiul să fie completat, ţinînd seama şi de durata elaborării şarjei.

După cum s-a văzut mai sus, în Secţia I *Energie Electrică* s-au prezentat referate din numeroase domenii, fără ca totuşi să fie acoperită totalitatea domeniilor importante. Astfel, au lipsit referate privind staţiile electrice, automatizările în sistemele energetice, electrificarea căilor ferate, electrificarea agricolă — pentru care de altfel se va ţine o consfătuire specială.

În oarecare măsură, aceasta este şi o lipsă organizatorică a conferinţei, dar trebuie menţionat că în general cercurile ASIT nu au sprijinit în mod eficient acţiunea Secţiei de specialitate a Consiliului Central ASIT.

În afara concluziilor care au fost arătate mai sus pentru diversele grupe de rapoarte, din referatele prezentate şi mai ales din discuţiile care au avut loc au rezultat anumite concluzii generale.

Cea mai importantă concluzie care s-a desprins este aceea că, în momentul de faţă, alimentarea consumatorilor cu energie electrică în mai multe zone, se face în condiţii de calitate nesatisfăcătoare, din cauza rămînerii în urmă a electrificării, faţă de dezvoltarea industriilor. Este necesar să se ia măsuri pentru recuperarea acestei rămîneri în urmă şi să se creeze avansul necesar al electrificării asupra industrializării atît prin mărirea puterii instalate în

centrale, cît şi mai ales prin dezvoltarea reţelei de transport şi distribuţie. În această acţiune, un rol important revine şi sectorului consumator de energie electrică, care are încă posibilităţi de reducere a puterii şi energiei necesare, prin ameliorarea proceselor tehnologice, raţionalizarea consumului de energie, micşorarea consumurilor specifice de energie electrică şi ameliorarea factorului de putere.

O altă concluzie generală este necesitatea îmbunătăţirii exploatării instalaţiilor energetice existente, de producere, transport şi utilizare şi introducerea tehnicii noi în aceste instalaţii.

În acest scop, lucrătorii din sectorul industriei electrotehnice trebuie să sprijine efortul energeticienilor prin îmbunătăţirea calităţii şi lărgirea sortimentelor existente cît şi prin asimilarea de noi utilaje şi în general prin creşterea cantităţilor de produse. Este şi rolul ASIT-ului de a promova colaborarea tehnică reciprocă dintre aceste două sectoare.

O lipsă generală resimţită, semnalată în discuţii, o constituie insuficienţa calitativă şi în sectorul industrial şi cantitativă a cadrelor tehnice de pregătire medie şi profesională.

Este necesar pentru ridicarea nivelului exploatării şi introducerea tehnicii moderne ca această situaţie să fie remediată, atît pentru instalaţiile existente, cît şi pentru perspectiva dezvoltării de viitor a energeticii romîneşti.

Pentru aplicarea tehnicii noi, este necesară o mai bună cunoaştere a soluţiilor moderne utilizate în tehnica mondială şi promovarea cu curaj în ţara noastră a acelora dintre ele care sînt potrivite specificului economiei noastre naţionale.

621.3.(063) (498)

Conferinţa Electricienilor din R.P.R.

Conf. ing. N. MOLDOVEANU *)

Între 11 şi 14 noiembrie 1957 s-au desfăşurat în Bucureşti lucrările primei Conferinţe a Electricienilor din R. P. R.

Organizată de Secţia Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., Conferinţa şi-a propus ca, prin referatele prezentate, să contribuie la dezvoltarea activităţii de cercetare tehnico-ştiinţifică în producţie şi la răspîndirea şi valorificarea largă a realizărilor din ţara noastră pe linia introducerii tehnicii noi şi a acelor realizări din tehnica mondială, care prezintă interes în condiţiile actuale ale industriei noastre în domeniile de producere, transport, distribuţie şi utilizare a energiei electrice, telecomunicaţii, electronică, fabricarea de materiale electrotehnice, maşini şi aparate electrice, etc., demonstrînd totodată posibilităţile multiple pe care electricitatea le oferă pentru ridicarea tehnicii pe trepte superioare în aproape toate domeniile.

În acest fel, Conferinţa a avut de scop ca, în urma largii dezvoltări a energeticii, industriei electrotehnice şi a sectorului de telecomunicaţii ce a avut loc în timpul regimului de democraţie populară şi a rezolvării cu succes de către electricienii romîni a numeroase probleme ce le-au stat în faţă, să constituie o trecere în revistă a stadiului introducerii tehnicii noi în diversele domenii tehnice ale electricităţii şi un imbold pentru noi realizări în îmbunătăţirea calităţii producţiei şi creşterea productivităţii muncii prin folosirea mai completă a capacităţilor de producţie existente, perfecţionarea utilajelor, maşinilor şi agregatelor în funcţiune, introducerea tehnicii noi şi a procedeelor tehnologice, superioare, electricitatea contribuind astfel la realizarea aceloraşi obiective şi în celelalte ramuri industriale, în agricultură, transporturi etc.

Larga participare la Conferinţă (652 tehnicieni şi ingineri înscrişi plus alţi numeroşi invitaţi), numeroasele rapoarte prezentate (96 referate, din care 5 referate generale, 28 referate la Secţia I-a, Energie electrică, 45 referate la Secţia II-a, Electrotehnică şi 18 referate la Secţia III-a, Telecomunicaţii, Electronică şi Automatizări), discuţiile susţinute ce s-au purtat asupra referatelor prezentate, nivelul referatelor şi al discuţiilor, au demonstrat, pe de o parte, interesul larg acordat de tehnicienii şi inginerii din R. P. R. acestei Conferinţe şi pe de altă parte utilitatea ei şi, credem, şi atingerea — cel puţin parţială — a scopurilor urmărite de organizatori.

*

Şedinţa de deschidere a lucrărilor Conferinţei a avut loc luni 11 noiembrie 1957, orele 17, în sala Teatrului C. C. S. din Capitală, participînd aproape 700 persoane, precum şi 9 delegaţi străini din ţările vecine şi prietene şi anume : din U. R. S. S. ing. Mihnievici de la Institutul de Energetică „Acad. Gleb Mihailovici Krijanovsky" al Academiei U. R. S. S. ; din R. P. B., ing. M. Calburov, prim-vicepreşedinte al Societăţii tehnico-ştiinţifice din R. P. Bulgaria şi ing. Raşeev ; din R. D. G., ing. Walter Förster ; din R. P. P. ing. Z. Karasinski, secretar general al Asociaţiei Electricienilor din R. P. P. şi ing. T. Skarjinski ; din R. P. U., ing. I. Urbanek, directorul Institutului de Cercetări de Electricitate Industrială, laureat al Premiului Kosuth şi ing. Almasy.

La masa prezidiului au luat loc : prof. ing. Şt. Bălan, adjunct al ministrului Construcţiilor şi Industriei Materialelor de Construcţii, vicepreşedinte al Consiliului Central A.S.I.T., ing. Gh. Gaston Marin, preşedinte al Comitetului de Stat al Planificării, acad. prof. ing. I. S. Gheorghiu, preşedintele Secţiei a III-a Tehnică a Academiei R.P.R., membru în Consiliul Central A.S.I.T., ing. T. Alrihan şi ing. N. Gheorghiu adjuncţi ai ministrului Industriei Grele, D. Simulescu,

*) Vicepreşedinte al Secţiei Energetică-Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T.

adjunct al ministrului Transporturilor şi Telecomunicaţiilor, ing. I. Velea, adjunct al ministrului Industriei Petrolului şi Chimiei, tehnician Tudor Constantin, vicepreşedinte al Comitetului Central al Sindicatului muncitorilor din metalurgie şi electricitate, prof. ing. M. Bercovici, preşedintele Secţiei Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., membru corespondent al Academiei R.P.R., conf. ing. O. Rusu, prim-secretar al Consiliului Central A.S.I.T., prof. ing. C. Dinculescu, rectorul Institutului Politehnic Bucureşti, membru corespondent al Academiei R. P. R., prof. ing. T. Tănăsescu, membru al Consiliului Central A.S.I.T., membru corespondent al Academiei R. P. R., acad. prof. C. Budeanu, acad prof. N. Vasilescu-Karpen, prof. ing. M. Marinescu şi dr. ing. A. Avramescu, membrii corespondenţi ai Academiei R. P. R., prof. ing. I. Constantinescu, prof. ing. D Leonida, prof. ing. Al. Nicolau, prof. ing. I. Ştefănescu-Radu, prof. ing. B. Boţan, membru al Cosiliului Central A.S.I.T., delegaţii străini, tehnician V. Panaitescu, conf. ing. Gh. Lazaride şi conf. ing. N. Moldoveanu, vicepreşedinţii Secţiei Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., prof. ing. S. Condrea şi conf. ing. C. Mihăileanu, preşedinţi de sectoare în Secţia Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., ing. C. Negoiţă, secretar al Consiliului Central A.S.I.T., ing. I. Belinski, preşedintele Filialei A.S.I.T. Bucureşti, ing. G. Panaitescu, preşedintele Secţiei de Energetică şi Electrotehnică a Filialei A.S.I.T. Bucureşti etc.

Deschizînd şedinţa, tov. prof. ing. Şt. Bălan, vicepreşedinte al Consiliului Central A.S.I.T, a salutat în numele acestuia pe participanţii la Conferinţă şi a urat deplin succes lucrărilor Conferinţei. Apoi, vorbitorul, în numele Consiliului Central A.S.I.T. şi al întregii Conferinţe, a salutat pe colegii ingineri din U.R.S.S., R.P.B., R.D.G., R.P.F. Iugoslavia, R. P. P. şi R. P. U., care onorează Conferinţa prin prezenţa lor. În continuare, tov. prof. ing. Şt. Bălan a arătat că larga participare la Conferinţă a inginerilor şi tehnicienilor şi numărul mare de comunicări

Prezidiul Conferinţei Electricienilor din R.P.R.

ce vor fi prezentate, dovedesc că organizarea de către A.S.I.T., cu colaborarea ministerelor interesate, a acestei Conferinţe, răspunde unei necesităţi şi constituie o dovadă a ridicării nivelului ştiinţific al cadrelor tehnice, al sporirii interesului lor pentru promovarea ştiinţei şi tehnicii înaintate în ţara noastră şi totodată condiţiilor deosebite create de regimul democrat popular pentru progresele ştiinţei şi tehnicii.

Tov. prof. ing. Şt. Bălan a declarat apoi deschisă Prima Conferinţă a Electricienilor din R. P. R. şi a dat cuvîntul tov. acad. prof. ing. I. S. Gheorghiu, preşedintele Secţiei a III-a a Academiei R. P. R. D-sa a adus Conferinţei salutul Academiei R. P. R. şi asigurarea caldelor sentimente de simpatie şi deosebită apreciere pe care Academia le-a avut întotdeauna pentru activitatea A.S.I.T., care a mers mînă în mînă cu aceea a Academiei R. P. R. în problemele electricităţii şi a urat succes lucrărilor Conferinţei.

Au mai salutat Conferinţa :

— tov. Tudor Constantin, vicepreşedinte al Comitetului Central al Sindicatului muncitorilor din metalurgie şi electricitate, în numele acestui Comitet Central, luîndu-şi angajamentul de a mobiliza pe toţi membrii sindicatului, muncitori, tehnicieni şi ingineri, pentru traducerea în viaţă a măsurilor ce vor fi preconizate de Conferinţă ;

— tov. prof. ing. C. Dinculescu, rectorul Institutului Politehnic Bucureşti, în numele condu-

cerii corpului didactic şi studenţilor acestui Institut, care a dat ţării 36 promoţii de ingineri electricieni;

— tov. ing. Mihnievici G., din partea Institutului de Energetică „Acad. Gleb Mihailovici Krijanovski" al Academiei U. R. S. S.

— tov. ing. Walter Förster, în numele conducerii centrale a Camerei Tehnice din R. D. G.;

— tov. dr. ing. Ianos Urbanek din partea Uniunii Asociaţiilor Ştiinţifice şi Tehnice din Ungaria şi a Asociaţiei Electricienilor, Telecomunicaţiilor şi Automatizării din Ungaria;

— tov. acad. prof. ing. N. Vasilescu-Karpen, în numele său, mai ales în calitatea sa de decan de vîrstă al tuturor inginerilor şi electricienilor din ţară;

— tov. ing. Z. Karasinski, secretarul general al Asociaţiei Electricienilor din R. P. P., în numele acestei asociaţii;

— tov ing. M. Calburov, prim-vicepreşedinte al Societăţii Tehnico-Ştiinţifice din R. P. Bulgaria, în numele acestei societăţi.

În cursul şedinţei, care în partea a doua a fost condusă de acad. prof. ing. I. S. Gheorghiu, preşedintele Secţiei a III-a a Academiei R.P.R., au fost prezentate următoarele cinci referate:

„Tehnica nouă în industria energiei electrice" * de ing. Nicolae Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele, conducătorul Departamentului Energiei Electrice;

„Tehnica nouă în industria electrotehnică" **) de ing. Tiberiu Abrihan, adjunct al ministrului Industriei Grele;

„Tehnica nouă în telecomunicaţii" ***) de D. Simulescu, adjunct al ministrului Transporturilor şi Telecomunicaţiilor.

„Tehnica nouă în industriile consumatoare de energie electrică" *) de ing. I. Velea, adjunct al ministrului Petrolului şi Chimiei.

„Dezvoltarea activităţii de cercetare tehnico-ştiinţifică în întreprinderile industriale" ****) de prof. ing. Martin Bercovici, preşedintele Secţiei de Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., membru corespondent al Academiei R.P.R.

În referatul *„Tehnica nouă în industria electrotehnică"* între altele, se arată: succesele realizate pînă acum de industria noastră electrotehnică, atît în ceea ce priveşte creşterea producţiei cît şi în ceea ce priveşte asimilarea de noi produse. De asemenea, referatul a arătat liniile pe care se merge actualmente, de ameliorare a performanţelor utilajelor şi de asimilare de noi produse, dintre care citäm: echipamente pentru 110 kV, serii noi, unitare, de motoare, transformatoare şi întreruptoare, descărcătoare cu rezistenţă neliniară, condensatoare statice etc.

Prezidiul Secţiei Energetica

Şedinţa festivă de deschidere a Conferinţei Electricienilor a luat sfîrşit la ora 21 [30].

În următoarele două zile, lucrările Conferinţei s-au desfăşurat pe trei secţii de specialitate.

*

Lucrările Secţiei I-a, *Energie Electrică*, s-au desfăşurat în sala Departamentului Energiei Electrice, în dimineţele zilelor de 12 şi 13 noiembrie 1957.

La această secţie s-au prezentat şi discutat 28 rapoarte, din care două prezentate de delegaţi din străinătate: ing. M. Calburov (R. P. Bulgaria) şi ing. W. Förster (R. D. G.).

Rapoartele au fost împărţite pe trei grupe şi anume:

— grupa 1 — centrale şi staţii electrice — 6 rapoarte;

*) Textul referatului este publicat în numărul de faţă al revistei.

**) Textul acestui referat se publică în numărul 1/1958 al Revistei „Electrotehnica".

***) Textul acestui referat se publică în numărul 1/1958 al Revistei „Telecomunicaţii".

****) Extrase din acest referat sînt publicate în numărul de faţă al revistei.

— grupa 2 — rețele și sisteme electrice — 11 rapoarte ;

— grupa 3 — utilizarea energiei electrice — 11 rapoarte.

La lucrările Secției I-a au fost înscrise 281 persoane. Este interesant de constatat că 28 au fost din Departamentul Energiei Electrice, 56 din întreprinderile de centrale și rețele electrice, 19 din departamentele consumatoare de energie electrică, 117 din întreprinderile industriale consumatoare de energie electrică, 13 din Institutul de Studii și Proiectări Energetice, 20 din diverse institute departamentale și proiectări industriale și 28 din Institutele Politehnice, Institutul de Energetică al Academiei R. P. R. etc. ; această compoziție indică interesul larg pe care l-au acordat Conferinței energeticienii industriali, care la locurile lor de muncă, sînt oarecum izolați, ca preocupări, de colegii lor, tehnologi și constructori, și care au simțit nevoia de a lua un contact mai strîns între ei cu ocazia Conferinței.

La lucrările Secției, în afară de cei înscriși, au luat parte însă și alți tehnicieni și ingineri, în așa fel că numărul participanților a fost în permanență de 250—320.

Prezidiul Secției I-a a fost format din : ing. Nicolae Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele, conducătorul Departamentului Energiei Electrice, acad. prof. ing. C. Buteanu, prof. ing. M. Bercovici, președintele Secției Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., prof. ing. C. Dinculescu, rectorul Institutului Politehnic București, membru corespondent al Academiei R.P.R., prof. ing. R. Rădulet, membru corespondent al Academiei R.P.R., directorul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R., Tudor Constantin, vicepreședinte al Comitetului Central al Muncitorilor din Metalurgie și Electricitate, prof. ing. D. Leonida, ing. M. Calburov, prim-vicepreședinte al Societății Tehnico-Științifice din R.P. Bulgaria, ing. W. Förster delegat al Camerei Tehnice din R.D.G., prof. ing. C. Boțan, membru în Consiliul Central A.S.I.T., conf. ing. N. Moldoveanu, vicepreședinte al Secției Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., conf. ing. C. Mihăileanu, președintele Sectorului Energetic din Secția Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., ing. Adrian Georgescu, directorul general al Energiei Electrice din Ministerul Industriei Grele, ing. G. Panaitescu, președintele Secției Energetică și Electrotehnică a Filialei A.S.I.T. București și alții.

Dezbaterile secției au fost conduse, în prima zi, succesiv de tovarășii ing. N. Gheorghiu și acad. prof. ing. C. Budeanu și în a doua zi de tovarășii prof. ing. C. Dinculescu, prof. ing. N. Boțan și prof. ing. M. Bercovici.

În prima zi de lucrări a secției — 12 noiembrie 1957 — s-au discutat rapoartele din grupa 1 și 2 privind centrale, stații, rețele și sisteme electrice.

Ședința s-a deschis la ora 9^{30} prin cuvîntul de salul adresat participanților de tov. ing. N. Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele, în numele lucrătorilor din Departamentul Energiei Electrice. D-sa a subliniat importanța lucrărilor Secției I-a a Conferinței care, prin concluziile ce vor rezulta, vor constitui un sprijin pentru sectorul energetic, atît de important pentru economia națională.

În continuare, tov. ing. N. Gheorghiu a dat cuvîntul tov. conf. ing. C. Mihăileanu, președintele Sectorului Energetic din cadrul Secției Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., director tehnic al Direcției Electrificării, care a expus raportul general asupra grupelor de comunicări privind centrale, stații, rețele și sisteme electrice.

Raportul general a făcut o prezentare generală a rapoartelor ce se vor prezenta și o grupare a lor pe probleme, indicînd totodată direcția în care se recomandă a se îndrepta discuțiile.

S-a trecut apoi la prezentarea rapoartelor, pe subgrupe de probleme, conform propunerii raportorului general. Întrucît textele celor mai multe rapoarte au fost distribuite cu mult înainte de începerea lucrărilor Conferinței, referenții au prezentat numai scurte rezumate ale rapoartelor, iar la grupa 2 de rapoarte (rețele și sisteme electrice) s-a renunțat, din cauza timpului înaintat, chiar la prezentarea rezumatelor.

Întrucît în numărul de față al revistei se publică rezumate ale tuturor rapoartelor prezentate, în cele ce urmează, se vor expune, pe scurt, numai principalele probleme ce s-au ridicat cu ocazia discuțiilor.

S-a luat mai întîi în discuție subgrupa de rapoarte privind problema autosincronizării mașinilor sincrone și anume : *„Conectarea la bare sub tensiune a generatoarelor și compensatoarelor sincrone neexcitate sau parțial excitate“* de ing. T. Berinde (șeful subsecției energetice regionale Cluj) și *„Procesul autosincronizării și considerații asupra comportării generatoarelor electrice și a sistemului energetic în cazul aplicării acestei metode“* de ing. I. Iordănescu (din Direcția Electrificării, Ministerul Industriei Grele).

Discuțiile asupra acestor două rapoarte s-au referit în special la posibilitatea și oportunitatea folosirii autosincronizării, rezultînd că, deși, în general mașinile sînt calculate pentru a rezista la eforturile mecanice și electrice provocate de autosincronizare, nu este totuși cazul a le supune în mod curent la aceste eforturi și deci autosincronizarea trebuie totdeauna folosită, din cauza rapidității ei, în cazurile de avarii, sau în cazurile în care nu se poate realiza sincronizarea exactă, dar nu trebuie să fie folosită ca metodă normală de exploatare.

În sensul celor de mai sus, au fost părerile exprimate de ing. Leopold (ISPE), ing. Gayraud Jean (Inspecția Energetică Regională București), care a adus unele date din experiența personală, prof. ing. C. Penescu (ISPE), care a adus și unele completări privind fenomenul autosincronizării, prof. ing. C. Dinculescu și ing. N. Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele. Au mai luat cuvîntul asupra acestei probleme arătînd rezultatele bune ale autosincronizării în centralele cu utilaj sovietic și declarîndu-se adepți ai folosirii ei ca metodă cercetată, tov. ing Milițescu (CTE Paroșeni) și Alexan Gh. (CTE

„Steaua Roşie" Sîn Georgiu). De asemenea, au mai participat la discuţii tov. ing. Oprişor (Întreprinderile Comunale de Electricitate Iaşi) şi ing. Marinescu Scarlat (Combinatul Chimic „I. V. Stalin" Victoria), care au făcut unele rezerve asupra aplicării generale a autosincronizării, şi conf. ing. Vlad Rădulescu (Direcţia Electrificării din Ministerul Industriei Grele).

În continuare, s-au examinat rapoartele din subgrupa de probleme privind instalaţii de circuite secundare şi anume : *„Concepţii noi în funcţionarea serviciilor interne ale centralelor electrice"* de ing. Gh. Broşteanu (din Direcţia Electrificării, Ministerul Industriei Grele) şi *„Consideraţii asupra transformatorului intermediar de curent cu saturaţie rapidă"* de ing. Viorel Miclosi (Institutul Politehnic Timişoara).

La discutarea acestor rapoarte, au luat parte tov. ing. Vintilescu (ISPE), Adămuţ (IDEB) şi Ştefănescu Sorin (ICPSH).

S-a prezentat apoi raportul tov. ing. M. Calburov (R. P. B.) intitulat *„Momente caracteristice din electrificarea Bulgariei" *)*. Pe marginea acestui raport au luat cuvîntul la discuţii tov. ing. Popa Teodor (Direcţia Generală a Energiei Electrice din M. I. G.) şi prof. ing. C. Dinculescu. Din raport şi discuţii a rezultat că în R. P. B. s-au realizat progrese considerabile în domeniul electrificării, în general şi al electrificării rurale în special şi că R. P. B. a dobîndit un avans faţă de R. P. R. în amenajarea resurselor hidraulice şi în dezvoltarea reţelelor, iar în privinţa termoficării a reieşit că ea este în curs de introducere în oraşele Sofia, Russe şi Gabon.

Din cauza timpului scurt disponibil, s-a hotărît ca, pentru rapoartele ce mai rămîn de examinat în ziua de 12 noiembrie 1957, să se renunţe la prezentarea rezumatului raportului făcîndu-se numai discuţii.

În acest fel, s-a trecut la discutarea subgrupei de rapoarte privind *sistemele energetice* şi anume : *„Un caz special de pendulaţii într-un sistem energetic regional"* de ing. Toma Laszlo (Energo-Combinatul nr. 4 Timişoara) şi *„Criterii practice ale repartizării optime a sarcinilor reactive"* de ing. Aladar Nagy (Întreprinderea de Electricitate Cluj). Asupra acestui ultim raport s-au făcut precizări de către tov. acad. prof. ing. C. Budeanu.

În continuare, s-a trecut la discutarea raportului *„Utilizarea condensatoarelor serie în reţelele de distribuţie"* de conf. ing. Călin Mihăileanu, (director tehnic în Direcţia Electrificării din M.I.G.). La discuţii au luat parte tov. ing. Stein Manfred (ISPE), prof. ing. C. Penescu (ISPE) şi acad. prof. ing. C. Budeanu, care au arătat aspecte în legătură respectiv cu amplasarea optimă a condensatoarelor şi necesitatea unei experimentări în ţara noastră, efectul încă incomplet cunoscut al condensatoarelor asupra protecţiei prin relee a reţelelor şi amplificarea deformărilor curbelor de curent pe care o introduc condensatoarele.

A urmat apoi prezentarea, în extenso, a raportului tov. ing. Wallter Förster (R. D. G.) *). *„Detectoscop cu raze infraroşii pentru linii aeriene"*.

Discutarea acestui raport s-a făcut în comun cu a celorlalte rapoarte privind problema chiciurii în reţelele electrice şi anume : *„Metode de combaterea formării chiciurii pe conductoarele liniilor aeriene de înaltă tensiune"* de conf. ing. Vlad Rădulescu (Direcţia Electrificării din M.I.G.) şi *„Suprasolicitări de chiciură şi vînt la linia de* 35 kV *„Q"* de ing. V. Bucur (Electromontaj Cluj).

La discutarea acestei subgrupe de rapoarte a luat cuvîntul tov. conf. ing. Gleb Drăgan, care a adus şi unele lămuriri suplimentare.

În continuare, s-a trecut la discutarea rapoartelor privind supratensiunile atmosferice : *„Utilizarea modelării în alegerea protecţiei împotriva supratensiunilor atmosferice a staţiilor de înaltă şi foarte înaltă tensiune"* şi *„Eficacitatea utilizării conductoarelor de protecţie la liniile de* 110 *şi* 35 kV" ambele de ing. Marc Dănilă (ISPE) şi *„Contor pentru descărcătoare cu rezistenţă variabilă"* de ing. Florin Stănciulescu (ICPET).

La discutarea acestui grup de referate au luat cuvîntul tov. ing. Vl. Rădulescu şi conf. ing. C. Mihăileanu.

S-au supus apoi discuţiilor referatele : *„Un nou aparat pentru determinarea succesiunii fazelor şi a măsurării frecvenţei la reţelele trifazate"* de ing. Ervin Lebovits (Institutul Politehnic Timişoara), *„Amplasarea şi dimensionarea cablurilor de întoarcere ale reţelelor de tracţiune electrică"* de conf. ing. Gh. Moisil şi *„Noi amenajări hidroelectrice în bazinul Baia Mare"* de ing. Ivan Isky (Întreprinderea de Electricitate „Vasile Roaită" Baia Mare). A luat cuvîntul numai acad. prof. ing. C. Budeanu asupra raportului tov. conf. Gh. Moisil aducînd cîteva completări privind folosirea devoltoarelor care conduce la micşorarea secţiunilor cablurilor, soluţia trebuind definitivată pe bază de calcul tehnico-economic.

Şedinţa s-a ridicat la orele 14^{50}. Este de observat că în partea a doua a şedinţei, cînd nu s-au mai expus rezultatele rapoartelor, discuţiile au fost mai restrînse.

Lucrările Secţiei I-a au continuat în dimineaţa zilei de miercuri 13 noiembrie 1957, orele 9, cu acelaşi prezidiu ca în ajun, dezbaterile fiind conduse de tov. prof ing. C. Dinculescu, prof. ing. N. Boţan şi prof. ing. M. Bercovici.

În această zi; s-au prezentat în rezumat şi s-au discutat rapoartele din grupa 3 privind problemele de utilizare a energiei electrice.

Raportul general asupra rapoartelor din această grupă a fost făcut de conf. ing. N. Moldoveanu, vicepreşedinte al Secţiei Energetică şi Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., inginer-şef al Inspecţiei Energetice din Ministerul Industriei Grele.

*) Acest raport este publicat în numărul de faţă al revistei.

În raportul general, s-a făcut o grupare pe probleme a rapoartelor ce se prezintă şi s-au făcut propuneri asupra punctelor ce ar trebui discutate.

Raportorul general a arătat apoi că rapoartele din grupa 3-a prezentate la Conferinţă nu au tratat decît puţine din aspectele actuale ale problemelor de utilizare a energiei electrice şi că unele sectoare ale

La discutarea acestor rapoarte, s-a înscris tov. ing. Gayraud Jean (şeful Inspecţiei Energetice Regionale Bucureşti), care a subliniat importanţa dispozitivului de cuplaj electromagnetic cu alunecare imaginat şi prezentat de tov. ing. Huhulea.

A luat apoi cuvîntul spre a adresa cîteva cuvinte ocazionale tov. prof. ing. pensionar Ion Ştefănescu-Radu. D-sa şi-a manifestat bucuria de a revedea reuniţi în lucrări pe electricieni şi rolul important pe care-l au în viaţa de astăzi a Statului nostru. Apoi, d-sa a arătat că unul din importantele roluri ale electricienilor este de a face ca electricitatea să fie la îndemîna oricui, în orice casă, pentru uşurarea vieţii, fiind necesar, în acest scop, să fie uşurată executarea instalaţiilor şi procurarea utilajelor electrocasnice şi tariful să fie convenabil.

Aspecte din sală.

acestor utilizări nu au fost deloc atinse, citînd, în acest sens, electrificarea căilor ferate, electrificarea agricolă, iluminatul.

Trecîndu-se la examinarea rapoartelor, s-a prezentat raportul tov. ing. I. Huhulea (Trestul Energo Petrol) privind *„Stadiul posibilităţilor de utilizare a tensiunii de* 1 000 V *în reţelele de distribuţie de joasă tensiune“* La discutarea acestui raport au luat cuvîntul tov. ing. Gayraud Jean (şeful Inspecţiei Energetice Regionale Bucureşti), ing. Zdravcu Mihai (Trestul Prelucrarea Ţiţeiului), prof. ing. C. Dinculescu. Din raport şi discuţii au rezultat avantajele trecerii la 1 000 V a reţelelor din şantierele şi industriile cu mare dezvoltare spaţială şi necesitatea standardizării acestei tensiuni, cu menţinerea însă şi a tensiunii de 500 V.

În continuare, s-au prezentat rapoartele privind acţionări electrice şi anume : *„Amplidine în sisteme de acţionare ale maşinilor de hîrtie“* de ing. Cristofor Nacu (inginer şef al fabricii de hîrtie şi celuloză „Steaua Roşie“, Bacău), *„Dispozitive pentru avansarea automată a sapei şi propuneri pentru îmbunătăţirea funcţională a instalaţiilor de foraj cu masă rotativă şi cu turbină“* de ing. I. Huhulea (Trestul Energo Petrol) şi *„Date noi privind frînarea subsincronă“* de prof. dr. ing. N. V. Boţan, lector ing. L. Sebastian şi asist ing. N. Poeată (Institutul Politehnic Iaşi).

În continuare, s-au prezentat rapoarte privind *automatizările în instalaţiile consumatoare de energie electrică: „Fenomene tranzitorii la reanclanşarea automată a motoarelor asincrone“* de ing. St. Feldman (Direcţia Generală a Energiei Electrice din M. I. G.) şi *„Posibilităţi de introducere pe scară largă a reanclanşării automate şi autoaprinderii motoarelor electrice în reţelele ce alimentează şantierele petrolifere“* de ing. Jean Gayraud (şeful Inspecţiei Energetice Regionale Bucureşti). La discuţia acestor rapoarte au luat parte ing. I. Huhulea (Trestul Energo Petrol) care a arătat unele realizări în industria de petrol în aceste probleme şi ing. Adămuţ (IDEB). Din rapoarte şi din discuţii au rezultat avantajele şi posibilităţile de folosire pe scară largă a acestor automatizări.

Apoi s-a trecut la examinarea problemelor de *procedee electrotehnologice* prezentîndu-se raportul *„Curăţirea ţiţeiurilor cu ajutorul curentului electric“* de

ing. Cornelius Nicodimescu. Autorul lipsind din țară, raportul a fost expus de tov ing. Vrăbiescu. La discuții au luat cuvîntul tov. ing. Dorogan (Inspecția Energetică), Zdravcu (Trestul Prelucrarea Țițeiului), conf. ing. N. Moldoveanu, ing. I. Huhulea (Energo Petrol). Din discuții a rezultat că procedeul imaginat de tov. ing. Nicodimescu dă bune rezultate, însă în lipsa autorului, nu s-au putut lămuri toate problemele. De aceea, a rămas ca la înapoierea în țară tov. ing. Nicodimescu să caute să lămurească aceste probleme printr-un articol publicat în revista „Energetica".

În problema *regimului de funcționare a receptoarelor electrice*, s-a prezentat raportul *„Condițiile de funcționare a cuptoarelor electrice cu arc de mare capacitate alimentate din sistemul energetic regional"* de dr. ing. E. Ionescu (IPROMET) și ing. Mihail Grăniceanu (IPROMET).

La discutarea acestui raport au luat cuvîntul tov. ing. Anghel Vasilescu, conf. ing. Vlad Rădulescu (Direcția Electrificării din M.I.G.), ing. Ecaterina Arie și ing. C. Nagy (Institutul de Energetică al Academiei R. P. R.), ing. Novinski (energetic șef la Combinatul Siderurgic Hunedoara), ing. Dorogan (Inspecția Energetică) și conf. ing. N. Moldoveanu. Din discuții, între altele, a reieșit că referatul a studiat numai o parte din problemă, foarte interesantă și utilă, dar nu s-a examinat regimul de funcționare în timp, pe faze, ca durată a diverselor faze, care are o mare importanță asupra consumului specific de energie. Este util deci, ca studiul să fie în viitor completat în sensul celor arătate.

S-a trecut apoi la examinarea rapoartelor privind *comportarea receptoarelor electrice în regimuri anormale de tensiune și frecvență* și anume: *„Variația puterii active și reactive absorbite de motoarele asincrone în funcție de tensiunea și frecvența de alimentare"* de ing. Dinu Martac (ISPE) și *„Efectul variațiilor de tensiune și frecvență asupra consumatorilor"* de prof. ing. C. Penescu (ISPE). Din discuțiile care au avut loc, la care au luat parte tov. ing. Anghel Vasilescu, ing. Baltac Teodor (Uzinele „Grivița Roșie" București), ing. Lazăr (IDEB), ing. T. Berinde (Inspecția Energetică Regională Cluj), ing. Gayraud Jean (Inspecția Energetică Regională București), conf. ing. C. Mihăileanu (director tehnic în Direcția Electrificării din M. I. G.), ing. Ștefănescu Sorin (Institutul de Proiectări Hîrtie și Celuloză), ing. Popovici Teofil (inginer șef Energo Trust nr. 1 București), ing. Emil Ionescu (IPROMET), conf. ing. N. Moldoveanu (inginer șef al Inspecției Energetice), ing. N. Poeată (Institutul Politehnic Iași), ing. Grecu (Uzinele „Ilie Pintilie"), între altele a rezultat că, în multe zone din sistemele energetice din R. P. R., tensiunea la consumatori are variații mari fiind, de obicei, mai scăzută decît limita admisibilă, că aceasta aduce importante dezavantaje consumatorilor (productivitate scăzută a utilajelor, uzură mărită, consum sporit de energie electrică etc.) și trebuie luate măsuri urgente de remediere, din care unele au fost discutate în ședință, investițiile necesare fiind pe deplin justificate, prin rezultatele funcționării normale. De asemenea a rezultat că sînt necesare de făcut studii de detaliu, verificate pe viu prin diverse tipuri de condensatoare, de tipul studiului prezentat de tov. ing. Martac.

În continuare, s-a prezentat și discutat raportul *„Stabilirea puterilor reale ale consumatorilor de energie electrică"* de ing. S. Dulberg (Institutul de Proiectări Construcții). La discuții au luat cuvîntul tov. ing. Reusz („7 Noiembrie" Arad), ing. Ștefănescu Sorin (Institutul de Proiectări Hîrtie și Celuloză), ing. Crăciun, conf. ing. N. Moldoveanu (Inspecția Energetică) și ing. Csaba Nagy (Institutul de Energetică al Academiei R. P. R.).

Terminîndu-se discutarea rapoartelor, a luat cuvîntul tov. ing. Adrian Georgescu, directorul general al Energiei Electrice. În numele lucrătorilor din Direcția Generală a Energiei Electrice și din întreprinderile tutelate, d-sa a mulțumit Secției de Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T. pentru organizarea Conferinței Electricienilor, care va contribui, desigur, la stimularea preocupărilor tehnico-științifice în rîndurile practicienilor. În continuare, d-sa a remarcat că participarea la Conferință a lucrătorilor din sectorul Direcției Generale a Energiei Electrice o consideră insuficientă și în viitor va trebui să crească activitatea tehnico-științifică a acestor lucrători.

În încheierea lucrărilor Secției I-a a Conferinței tov. prof. ing. M. Bercovici, președintele Secției Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., a mulțumit raportorilor, celor care au luat parte la discuții și participanților pentru contribuțiile aduse, declarînd apoi închise lucrările Secției I-a Energie Electrică.

Ședința s-a ridicat la ora 15^{45}.

Paralel cu lucrările Secției I-a, s-au desfășurat în zilele de 12, 13 și 14 noiembrie 1957, lucrările celorlalte două secții.

Ca probleme privind direct și pe energeticieni, care s-au discutat în Secțiile a II-a și a III-a citām rapoartele : *„Reglarea automată a excitației unui generator sincron ca mijloc de îmbunătățire a stabilității"* de ing. Gh. V. Mihnievici (U.R.S.S.), *„Asupra mașinilor electrice percutante, realizate în Institutul de Energetică al Academiei R. P. R. și aplicațiile lor în tehnică"*, de prof. ing. Matei Marinescu , *„Despre protecția contra exploziilor a utilajului electric"*, de ing. Valer Liuba, *„O metodă de calcul pentru determinarea condițiilor de încercare la transformatoare de putere"*, de ing. Anghel Vasilescu, *„O nouă mașină universală, fără înfășurare pe stator"*, de ing. H. Aslan și candidat în științe tehnice Al. Fransua, *„Realizarea transformatorului de* 110 kV *cu reglaj sub sarcină de* 10 *și* 20 MVA *la fabrica Electroputere"*, de ing. Ștefan Grosu și alții, *„Condensatoare pentru îmbunătățirea factorului de putere realizate în cadrul ICPET"* de ing. Adrian Bercu, *„Seria de întreruptoare antigrizutoase"*

de ing. M. Huhulescu, *„Seria unitară de întreruptoare automate de joasă tensiune"*, de ing. Dan Oncica și ing. Dragoș Simulescu, *„Dispozitiv pentru semnalizarea la distanță a depunerilor de chiciură pe liniile electrice de transport"* de ing. D. Mehedinți și Nubar Kanterian, *„Analizor armonic"* de ing. Ovidiu Centea și ing. Viorel Micloși, *„Probleme referitoare la măsurarea energiei reactive și a factorului de putere mediu în rețelele trifazate"*, de ing. Marius Preda și ing. C. Ambrozie, *„Calculul grafic al instalațiilor cu lămpi pentru radiații infraroșii"* de ing. Al. Roth și ing. A. Berman, *„Teletermometru pentru controlul centralizat al temperaturilor pînă la* 150 °C" de ing. Egon Hoppe etc *).

În ziua de joi 14 noiembrie 1957 la orele 18 în sala Teatrului C. C. S., a avut loc ședința plenară de închidere a Primei Conferințe a Electricienilor din R. P. R.

Prezidiul ședinței a fost același ca la ședința plenară de deschidere a lucrărilor plus tovarășii sosiți din R. P. F. Iugoslavia (care au sosit la București după prima ședință plenară), ing. Stepan Sgurici și ing. I. Protici. Conducerea ședinței a avut-o tov. prof. ing. Ștefan Bălan adjunct al ministrului Construcției și Industriei Materialelor de Construcții, vicepreședinte al Consiliului Central A. S. I. T.

Tov. ing. Stepan Sgurici a adus Conferinței salutul Uniunii Inginerilor și Tehnicienilor Mecanici și Electricieni din Iugoslavia, urînd succes participanților în lucrările lor.

Conferința a mai fost salutată de tov. ing. N. Boțan din partea corpului didactic și al studenților Institutului Politehnic Iași și din partea Filialei A.S.I.T Iași.

De asemenea, tov. prof. ing. pensionar I. Ștefănescu-Radu a exprimat Conferinței felicitări pentru lucrările efectuate și a urat succes participanților în întreaga lor activitate.

A urmat citirea rapoartelor asupra lucrărilor desfășurate în secții *: ele au fost prezentate de tov. conf. ing. N. Moldoveanu, vicepreședinte al Secției Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., din partea Secției I-a Energie Electrică **), de tov. ing. Gh. Lazaride, de asemenea vicepreședinte al Secției Energetică și Electrotehnică din partea Secția a II-a Electrotehnică ***) și de tov. prof. ing. S. Condrea, președintele Sectorului Telecomunicații din cadrul Secției Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T., din parte Secției III Telecomunicații, Electronică și Automatizări ****).

În continuare a luat cuvîntul tov. ing. Gh. Gaston Marin, președintele Comitetului de Stat al Planificării care a arătat rolul și sarcinile electricienilor în acțiunea de dezvoltare a economiei naționale, de construire a socialismului în țara noastră. D-sa a exprimat aprobarea Guvernului pentru acțiunea întreprinsă de către A. S. I. T. prin organizarea Conferinței Electricienilor, care este menită să dea un nou impuls muncii în continuare în domeniul energetic, electrotehnic și al telecomunicațiilor *).

Tov. prof. ing. Ștefan Bălan a propus apoi să se trimită o telegramă Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn și Guvernului Republicii Populare Romîne.

Participanții la Conferință prin vii aplauze au aprobat textul propus.

Apoi tov. prof. ing. Șt. Bălan a rostit cuvîntul de încheiere a lucrărilor Conferinței evidențiind munca rodnică ce s-a desfășurat și succesul pe care l-a avut Conferința și mulțumind participanților din țările prietene și celor din țară pentru aportul lor, precum și Comitetului Secției de Energetică și Electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T. pentru deosebita activitate depusă în organizarea Conferinței, de asemenea și ministerelor și instituțiilor care au dat un sprijin neprețuit organizării Conferinței. Urînd tuturor spor la muncă, tov. prof. ing. Șt. Bălan a închis lucrările Primei Conferințe a Electricienilor adresînd participanților un cald „la revedere" la viitoarea Conferință.

Ședința s-a ridicat la orele 18,40.

În timpul Conferinței au fost organizate o serie de vizite tehnice foarte interesante, care s-au bucurat de o participare extrem de numeroasă, la : Stația de Transformare 110/30 kV București-Est, Stația de Televiziune, Casa Radiofoniei, Întreprinderea „Clement Gottwald", reactorul nuclear și ciclotronul Institutului de Fizică Nucleară al Academiei R.P.R.

De asemenea, participanții la Conferință au asistat la spectacolul „Aida" la Teatrul de Operă și Balet din București și la „Revista 58" la Teatrul Satiric Muzical „C. Tănase".

Un program cultural special a fost rezervat pentru persoanele care au însoțit pe participanți.

În fine, în seara de joi, 14 noiembrie 1957, participanții la Conferință, împreună cu persoanele care îi însoțeau au luat parte la recepția organizată în saloanele de marmoră ale Casei Centrale a Armatei.

Printre participanți au fost : ing. N. Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele, D. Simulescu, adjunct al ministrului Transporturilor și Telecomunicațiilor, cu soția, acad. prof. ing. C. Budeanu cu soția, acad. prof. ing. I. S. Gheorghiu cu soția, prof. ing. D Leonida cu soția, conf. ing. O. Rusu, prim-secretar al Consiliului Central A.S.I.T. cu soția, prof. ing. C. Dinculescu, delegații străini, comitetul de organizare a Conferinței în frunte cu prof. ing. M. Bercovici cu soția etc. Recepția s-a desfășurat într-o atmosferă de caldă prietenie.

---

*) Rezumate ale unora din rapoartele prezentate la Secțiile II și III ale Conferinței și darea de seamă a ședințelor acestor secții se publică în nr. 1/1958 al revistei „Electrotehnica", respectiv al revistei „Telecomunicații".

**) Raportul este publicat în numărul prezent al revistei.

***) Raportul este publicat în nr. 1/1958 al revistei „Electrotehnica".

****) Raportul se publică în numărul 1/1958 al revistei „Telecomunicații".

*) Textul cuvîntării tov. ing. Gh. Gaston Marin este publicat în numărul de față al revistei.

Rezumatele rapoartelor prezentate în grupele I, II şi III la Conferinţa Electricienilor din R. P. R.

11.01. Ing. TITUS BERINDE: **Conectarea la bare sub tensiune a generatoarelor şi compensatoarelor sincrone neexcitate sau parţial excitate.**

621.316.3: 621.3.072.9

Pe linia unor directive de serviciu ale Inspecţiei Energetice de Stat relativ la introducerea şi extinderea procedeelor de tehnică nouă în exploatarea centralelor electrice aparţinînd întreprinderilor industriale, a avut loc în cursul anilor 1955 şi 1956 experimentarea metodei de autosincronizare a generatoarelor electrice, printre altele şi într-un număr de peste 10 centrale electrice din regiunile de vest şi nord ale Ardealului.

Cu ocazia încercărilor făcute în această direcţie, pe lîngă procedeul de autosincronizare s-a mai aplicat şi alt procedeu de conectare al generatoarelor electrice şi al compensatoarelor sincrone, procedeu oarecum diferit de acel al autosincronizării precise.

Procedeul aplicat îmbină în esenţă unele avantaje împrumutate de la ambele metode şi formează obiectul prezentului referat intitulat într-o formă mai generală şi adecvată: Conectarea la bare sub tensiune a generatoarelor electrice şi a compensatoarelor sincrone neexcitate sau parţial excitate.

În cele ce urmează se prezintă, într-un cadru sintetizat şi comparativ, rezultatele experimentale obţinute prin aplicarea paralelă atît a procedeului de autosincronizare cît şi acel al conectării generatoarelor electrice şi compensatoarelor sincrone parţial excitate (procedeul combinat), precum şi ilustrarea unui criteriu de calcul pentru determinarea pe cale grafico-analitică a condiţiilor optime de conectare la bare sub tensiune a generatoarelor electrice şi a compensatoarelor sincrone parţial excitate.

Criteriul propus din motive de ordin practic este ilustrat intuitiv în formă unei nomograme simple, la îndemîna celor interesaţi în a o folosi în exploatare.

Criteriul propus pentru stabilirea condiţiilor de conectare optimă a generatoarelor electrice şi a compensatoarelor sincrone neexcitate (cu o oarecare tensiune remanentă) sau parţial excitate constituie o generalizare a problemei de punere în paralel a generatoarelor electrice în baza căreia procedeul sincronizării de precizie aplicat în prezent în marea majoritate a centralelor noastre electrice, precum şi cel al autosincronizării experimentat la noi la nivel industrial începînd din anul 1955, apar ca soluţii particulare ale unei funcţiuni care defineşte un domeniu mai vast în care se poate efectua conectarea la bare a maşinii sincrone.

Metoda de conectare aplicată în baza criteriului propus a fost confirmată de rezultatele experimentale obţinute pînă acum în peste 10 centrale electrice din regiunile Cluj şi Oradea.

În dezvoltarea problemei considerăm că metodologia autosincronizării este cunoscută, motiv pentru care ne referim numai la elementele de sinteză rezultate în urma cercetărilor experimentale la nivelul industrial întreprinse în această direcţie.

Plecînd de la constatările experimentale dintr-un număr foarte mare de încercări, efectuate în centralele electrice din Uniunea Sovietică, că în general maşinile sincrone admit şocuri de curent pînă la valori de circa $7\ I_n$ şi în acest caz nu se observă nici un fel de deformaţii mecanice ale părţilor frontale ale înfăşurărilor maşinii sub acţiunea forţelor electrodinamice, se poate admite cu deplină certitudine că şocurile de curent de ordinul 3—4 I_n sînt nedăunătoare maşinii.

Admiţînd valoarea limită a şocului de curent un multiplu al intensităţii nominale a generatorului, multiplu care în practica şi literatura sovietică se ia de 3,5 ori curentul nominal şi cunoscînd reactanţa inductivă tranzitorie a generatorului şi reactanţa inductivă a sistemului pînă la bornele generatorului, se poate calcula valoarea unei tensiuni înlănţuite considerate tensiune bază de comparaţie, notată cu U_0 şi definită prin expresia:

$$U_0 = \sqrt{3}\, K \cdot I_n\, (X^1 g + X_s)$$

Valoarea reactanţei tranzitorii a generatorului ($X^1 g$) care intră în expresia tensiunii bazei de comparaţie (U_0) se ia aproximativă pe baza formulelor cunoscute:

Pentru turbogeneratoare $X^1 = 0{,}21\ \dfrac{U_n^2}{S_n}$,

Pentru hidrogeneratoare şi compensatoare

$$X^1 = 0{,}23 - 0{,}3\ )\ \frac{U_n^2}{S_n}$$

întrucît o determinare pe cale experimentală a acestor valori constituie o operaţie dificilă şi necesită aparatură costisitoare (ca de exemplu oscilograf cu posibilităţi de filmare).

Impunînd condiţia ca tensiunea bază de comparaţie (notată cu U_0) să nu fie depăşită ca valoare de tensiunea rezultantă (notată cu U) în momentul conectării generatorului, rezultantă dintre tensiunea de bare (notată cu U_1) şi tensiunea remanentă sau tensiunea generatorului determinată de nivelul de excitaţie (notată cu U_2) va rezulta o relaţie de forma:

$$U = f\,(U_1,\ U_2,\ \delta)$$

considerată fundamentală la stabilirea domeniului în care este posibilă conectarea maşinii sincrone astfel ca pe durata conectării să nu se depăşească valoarea curentului tranzitoriu stabilit în prealabil.

Particularizînd în relaţia fundamentală $U = f\ (U_1,\ U_2)$ valorile constante (U şi U_1) rezultă corelaţia dintre tensiunea generatorului (notată cu U_2), determinată de nivelul de excitaţie şi de unghiul de decalaj dintre tensiunea barelor şi tensiunea generatorului.

Această corelaţie exprimată analitic în formele (2") sau (2"') defineşte domeniul în care trebuie făcută conectarea maşinii astfel ca să nu se depăşească valoarea curentului tranzitoriu stabilit, cunoscînd că între valoarea unghiului de decalaj care limitează domeniul util de conectare şi timpul în care trebuie efectuată operaţia conectării există relaţia:

$$t_{ec} = \frac{\delta_0}{90 \cdot sf}$$

Modul de construcţie al nomogramei, care ilustrează criteriul propus, precum şi utilitatea practică a ei prin exemplificare sînt descrise în cuprinsul referatului.

Ca procedeu de manevră folosit, în aplicarea criteriului expus, s-a recurs la excitarea parţială a generatorului, cînd cu ajutorul unor lămpi sau voltmetru de fază, conectate pe faze corespondente înainte şi după întreruptor, este uşor a determina domeniul optim pentru frecvenţe apropiate cît şi pentru tensiuni aproape opuse dacă bineînţeles tensiunea barelor şi a generatorului sînt examinate într-un circuit comun.

O dată realizate condiţiile deduse pe baza criteriului propus, se dezexcită parţial generatorul, se cuplează întreruptorul şi se aplică imediat excitaţia cînd generatorul intră în sincronism în condiţiile cele mai favorabile prin evitare de şocuri mecanice, şocuri electrice pronunţate şi căderi pronunţate de tensiune şi de lungă durată pe bare.

Atragerea în sincronism a generatorului în toate încercările făcute cu generatoare de la cele peste 10 întreprinderi industriale s-a făcut în intervale de timp scurte în toate cazurile în care momentul cuplării generatoarelor parţial excitate a fost determinat pe baza considerentelor expuse.

Utilizarea metodei de conectare expusă, în condiţii apropiate de cele ale sincronizării de precizie (generatoare parţial excitate, conectarea făcîndu-se la anumite valori ale

unghiului de decalaj), s-a dovedit a avea avantaje remarcabile față de metoda autosincronizării obișnuite (conectare la orice unghi de decalaj posibil).

Aceste avantaje constau în următoarele:

a) Se evită în mod sigur șocurile mecanice la care sînt supuse agregatele prin autosincronizare, evitîndu-se totodată și deteriorarea motorilor primari sau în cazul cel mai bun formarea de nuclee concentratoare de tensiuni mecanice în piesele motoare ale acestora.

b) Generatorul care se conectează este repede atras în sincronism datorită fluxului de reacție longitudinală care în acest caz amplifică fluxul principal al polilor mașinii care se conectează avînd același sens cu el.

Conectările s-au făcut atît după procedeul autosincronizării obișnuite (conectare la orice unghi de decalaj posibil) cît și după metoda combinată cu generatoare parțial excitate în domeniul unghiului de decalaj pe baza nomogramei.

Cu ocazia acestor încercări s-a urmărit:

Sub aspect economic

a) Introducerea metodei de autosincronizare acolo unde nu a fost posibilă din diverse cauze aplicarea sincronizării precise, motiv pentru care pînă la acea dată generatoarele nu funcționau în paralel. Așa a fost cazul centralelor: Întreprinderea Carboniferă Sărmășag, Întreprinderea Prodaliment Salonta, Întreprinderea Comunală Marghita, Fabrica de sticlă Turda, Stația Radio Cluj etc.

Faptul că grupurile acestor centrale, grație ambelor metode aplicate, au funcționat ulterior în paralel între ele sau în paralel cu sistemele energetice a contribuit la îmbunătățirea situației energetice a întreprinderilor sub multiple aspecte.

b) Aplicarea metodei de autosincronizare pentru conectarea compensatoarelor sincrone la bare. Așa a fost cazul compensatoarelor sincrone puse în funcțiune la Atelierele C. F. R. Cluj, Fabrica de sticlă Turda etc.

Sub aspect tehnico-științific, s-a examinat:

c) Influența asupra procedeelor de conectare aplicate a puterii generatoarelor în raport cu puterea disponibilă racordată la bare. Încercările făcute au confirmat că este posibilă conectarea unei puteri în generator de circa 100% în raport cu puterea disponibilă racordată la bare fără să se producă în momentul conectării căderi de tensiune la bare, care să deranjeze sensibil funcționarea receptoarelor electrice. Exemplificăm încercările de la salina Ocna Mureș, Întreprinderea Comunală Satu Mare, Întreprinderea Carboniferă Sărmășag, Întreprinderea Prodaliment Salonta, Întreprinderea Comunală Bistrița, Întreprinderea Comunală Marghita etc

d) Posibilitatea evitării șocurilor mecanice prin aplicarea metodei combinate în locul autosincronizării. La toate încercările făcute rezultatele au confirmat din acest punct de vedere avantajul aplicării metodei de conectare combinate.

Șocuri mecanice s-au produs întotdeauna la conectare prin autosincronizare (conectare neexcitată la orice unghi de decalaj posibil) și niciodată nu s-au făcut simțite sensibil la conectare cu excitație parțială în domeniul unghiului de decalaj similar sincronizării de precizie.

e) Influența frecvenței în aplicarea ambelor procedee. Încercările făcute au confirmat că este posibilă conectarea cu diferențe de frecvențe între aceea a barelor și a generatorului pînă la circa 20% în cazul autosincronizării obișnuite și pînă la circa 5% în cazul conectării cu excitație parțială.

f) Durata atragerii în sincronism. Încercările au arătat că atragerea în sincronism s-a făcut în toate cazurile rapid după procedeul metodei combinate, în avantaj față de procedeul conectării la orice unghi de decalaj posibil.

Concluzie. Aplicarea după caz a unuia din procedeele de conectare expuse oferă avantaje remarcabile în cazul centralelor electrice mici și mijlocii, precum și în cazul centralelor mari la regimul de variație al frecvenței și tensiunii cînd metoda sincronizării precise devine adeseori inoperantă.

11.02 Ing. ION IORDĂNESCU: **Procesul autosincronizării și considerații asupra comportării generatoarelor electrice și a sistemului energetic în cazul aplicării acestei metode.**

621.316.3: 621.3.072.9

Autosincronizarea este o metodă simplă de punere în paralel a generatoarelor și compensatoarelor sincrone. În principiu ea constă în antrenarea generatorului pînă la o viteză apropiată de cea sincronă cînd se cuplează la bare și excitîndu-l intră în sincronism.

Autosincronizarea prezintă avantaje față de sincronizarea precisă atît în situație normală cît mai ales în regim de avarie. Se poate automatiza cu scheme simple și sigure.

Prezintă însă două dezavantaje:

a) o lovitură de curent la conectare;

b) o scădere de tensiune de scurtă durată;

Calculele arată că valorile curentului care rezultă nu sînt periculoase pentru generatoare și scăderea tensiunii la borne nu produce dificultăți în funcționarea consumatorilor.

Pentru a evita solicitările mecanice periculoase ale generatorului s-a fixat ca valoare plafon pentru curentul de lovitură 3,5 I_n, iar la motoarele importante pentru a nu fi deconectate la scăderea tensiunii este indicat să fie scoasă protecția de tensiune minimă sau să le fie schimbat reglajul.

Valoarea admisibilă a diferenței dintre frecvența tensiunii generatorului și cea a sistemului în funcționare normală este de 2—4%.

Experiențele făcute de către ET1 au confirmat valorile rezultate din calcule.

În ceea ce privește mecanismul intrării în sincronism a generatoarelor cuplate prin autosincronizare se menționează că, după conectarea generatorului, asupra sa acționează următoarele cupluri: cuplul de accelerare, cuplul asincron, cuplul de reacție și cuplul sincron care se stabilește în momentul aplicării excitației. În general, intrarea în sincronism se produce în timp scurt. Experiențele au arătat că excitarea imediată a generatorului după cuplare și chiar folosirea excitației forțate grăbește intrarea în sincronism a generatorului.

În sistemele noastre energetice, autosincronizarea se folosește foarte puțin.

Considerînd avantajele pe care autosincronizarea le prezintă față de sincronizarea precisă, se propune extinderea folosirii ei atît în regim normal de funcționare cît și mai ales în caz de avarie.

11.03. Ing. VIOREL MICLOȘI: **Considerații asupra transformatorului intermediar de curent cu saturație rapidă.**

621.314.2: 631.316.26

Se prezintă cîteva considerații asupra utilizării unor transformatoare intermediare de curent cu saturație rapidă drept sursă de curent operativ al protecției. Se stabilesc relațiile principale și se dau indicații de proiectare.

La început, se arată că în cazurile stațiilor de transformare de puteri relativ mici, fără personal permanent de exploatare, se pune problema înlocuirii bateriei de acumulatoare printr-o sursă de curent operativ alternativ. Deoarece transformatorul de tensiune nu este o sursă sigură de curent operativ în cazul avariilor care au drept consecință și o scădere importantă a tensiunii, se examinează numai utilizarea transformatorului de curent care are o aplicație mult mai largă.

Se prezintă schema principală de protecție maximală de curent avînd un transformator cu saturație rapidă ca sursă de curent operativ și se examinează condițiile pe care trebuie să le îndeplinească aceasta, stabilindu-se relațiile de funcționare.

Din analiza relațiilor, se observă că pentru micșorarea curentului la care declanșarea este posibilă, la un material magnetic dat, există mai multe căi printre care utilizarea unei bobine de declanșare de o putere cît mai mică și mărirea puterii disponibile în circuitul secundar al transformatorului de curent.

În sfîrșit, se dau indicații asupra proiectării transformatorului intermediar cu saturație rapidă, pornindu-se de la un tip de miez cunoscut.

11.04. Ing. DĂNILĂ MARC: **Utilizarea modelării în alegerea protecției împotriva supratensiunilor atmosferice la stațiile de înaltă și foarte înaltă tensiune.**

621.316.92/93

Realizarea unei protecții bune împotriva supratensiunilor atmosferice la stațiile de înaltă și foarte înaltă tensiune este o problemă de mare răspundere. Cu cît tensiunea este

mai mare, importanța protecției crește, întrucît deteriorarea aparatajului aduce pagube mai mari.

În același timp, protecția este cu atît mai costisitoare cu cît tensiunea stației este mai înaltă. O protecție bună cuprinde atît ecranarea stației cît și protecția împotriva undelor de supratensiune venite din linie.

În cele ce urmează ne vom ocupa numai de protecția împotriva undelor de supratensiuni, care sosesc în stație, întrucît problema protecției împotriva loviturilor directe este integral rezolvată prin paratrăznete tije, conductoare de protecție sau plase de protecție, pentru care se găsesc în literatură metode precise de calcul a zonelor de protecție și nomograme.

Calculul direct al supratensiunilor, care apar în stații datorită undelor de supratensiune venite de pe linie, este extrem de laborios și aplicabil doar la scheme simple.

Din această cauză metodele de calcul directe au fost în ultimul timp părăsite în favoarea calculului pe modele.

Teoria modelării pornește de la trei forme de asemănări :

— asemănare geometrică ;
— asemănare fizică și
— asemănare matematică.

Modelarea geometrică repetă fenomenul la alte dimensiuni. Scara modelării se exprimă prin raportul de asemănare.

Procesele fizice pot fi asemănătoare și se pot numi asemenea în cazul cînd în același moment în puncte asemănătoare ale spațiului valorile variabilelor unui sistem sînt proporționale altui sistem.

În acest caz asemănarea se poate determina prin exprimarea raportului variabilelor.

Criteriile de asemănare sînt invariante. Asemănarea fizică poate avea loc numai în cazul proceselor fizice de aceeași natură.

În cazul asemănării matematice sfera posibilităților de modelare se lărgește.

Studierea supratensiunilor pe modele se face, în general, prin asemănare fizică. Elementele liniilor se modelează prin scheme de cuadripoli în lanț de forme π sau γ.

Parametrii modelului se pot alege din relațiile :

$$R_m = R_r \frac{Z_m}{Z_r} \text{ ohmi}$$

$$L_m = L_r \frac{Z_m}{Zr} \cdot \frac{1}{q} \text{ H}$$

$$C_m = C_r \frac{Z_m}{Z_r} \cdot \frac{1}{q} \text{ F}$$

în care :

R, L și C sînt rezistența, inductanța și capacitatea pe unitatea de lungime ;

$\frac{1}{q}$ — raportul de asemănare egal cu inversul scării modelării ;

Z — impedanța de undă.

În cazul cînd Z al modelului se alege egal cu Z al liniei reale, relațiile devin și mai simple.

Formulele de bază de la care se pleacă pentru realizarea unui model de linie sînt :

$$Z = \sqrt{\frac{L}{C}} \text{ și } \tau = \sqrt{LC}.$$

În aceste relații L și C sînt inductanța și capacitatea unui element din lanț Z și impedanța de undă, respectiv întîrzierea undei la trecerea printr-un element. Considerînd viteza de propagare a undelor egală cu viteza luminii obținem :

$$L = \frac{Zl}{c} \text{ iar } C = \frac{l}{c}\frac{1}{Z}.$$

Cu aceste valori se construiesc elementele lanțului de cuadripoli.

Modelarea aparatelor din stații se face prin condensatoare a căror capacitate se ia egală cu capacitatea de intrare a aparatului. Barele și legăturile se modelează tot prin cuadripoli.

Pentru modelarea descărcătoarelor cu rezistență variabilă se pot folosi scheme electronice sau eclatoare cu dispozitive de reglaj pentru caracteristica volt-secundă și rezistențe neliniare pentru caracteristica volt-amper.

Undele de supratensiune se realizează prin generatoare de șoc, în general cu undă standardizată 1,5/40 microsecunde sau 1/50 microsecunde.

Variind locul sau locurile de așezare a descărcătoarelor cu rezistență variabilă pe de o parte și mărimea undelor trimise în linie se determină supratensiunile maxime care apar în stație. În felul acesta se poate determina locul cel mai potrivit pentru așezarea descărcătoarelor, influența formei undelor de supratensiune, precum și influența configurației stației și a circuitelor multiple.

Pe baza studiului pe modele, autorul a elaborat o metodă grafico-analitică de calcul al supratensiunilor în stații. Această metodă este ușor aplicabilă, însă prin ea se obține valoarea supratensiunii numai într-un punct al stației. Studiul pe modele permite oscilografierea tensiunilor în toate punctele interesante ale stației.

Pentru țara noastră în faza actuală a dezvoltării energeticii se impune o verificare minuțioasă a schemelor de protecție împotriva supratensiunilor atmosferice, adoptate pentru stațiile de înaltă tensiune.

Este necesară realizarea unui analizor al supratensiunilor posibile în stații, pentru studierea și alegerea schemelor de protecție împotriva supratensiunilor.

Schemele de protecție împotriva supratensiunilor atmosferice trebuie să țină cont de considerentele economice, deci la aprecierea necesității montării aparatajului de protecție în paralel cu aprecierea probabilității defectării aparatajului din stație datorită supratensiunilor atmosferice.

Cheltuielile pentru realizarea unui analizor, precum și costul muncii de cercetare sînt neînsemnate față de efectele economice pe care le poate aduce.

11.05. Ing. GHEORGHE BROȘTEANU : **Concepții moderne în funcționarea serviciilor interne ale centralelor electrice.**

621.311.2

Sub formă de sinteză, se expun concepțiile pe baza cărora se obține astăzi un grad de siguranță mărit al serviciilor interne ale centralelor electrice (alimentarea de la generatoarele principale ale centralelor de la barele tensiunii generale, secționarea schemei, prevederea rezervelor în transformatoare, folosirea anclanșării automate a rezervei, autopornirea motoarelor, amenajarea protecției serviciilor interne) precum și renunțarea treptată la folosirea bateriilor de acumulatoare, la alimentarea unor servicii interne din centralele electrice.

Se insistă, în special, asupra autopornirii motoarelor și se analizează comportarea acestora la :

a) scurtcircuit la bornele motoarelor sau pe linia ce le alimentează ;
b) declanșare ;
c) reanclanșare ;
d) ciclul complet: scurtcircuit urmat de declanșare și apoi de reanclanșare.

Se ajunge la concluzia că această metodă trebuie aplicată pe scară largă în serviciile interne ale centralelor atît la motoarele asincrone cu rotorul bobinat, cît mai ales la cele cu rotorul în scurtcircuit.

În vederea asigurării autopornirii, se tratează problema amenajării protecției.

Referitor la aceasta, în afară de protecția clasică cu temporizarea în trepte, cunoscută și aplicată general, se expune pe scurt protecția selectivă Ramelot, aplicată cu bune rezultate la o centrală de 125 MVA din Belgia.

Cu privire la renunțarea treptată la folosirea bateriilor de acumulatoare pentru alimentarea unor servicii interne din centralele electrice se descriu cîteva posibilități de înlocuire a bateriilor de acumulatoare prin generatoare de curent continuu acționate prin diverse mijloace sau prin întrebuințarea redresoarelor.

În concluzie, se arată care sînt posibilităţile de aplicare a principiilor expuse la serviciile interne ale centralelor electrice din ţara noastră.

11.06. Ing. IVAN ISKY: **Noi amenajări hidroelectrice în bazinul Baia Mare.**

621.311.21

Bazinul Baia Mare este un centru industrial important, unde exploatarea minereurilor neferoase în urma mecanizărilor introduse, în ultimul timp, a luat o dezvoltare rapidă. În acest fel s-a supus rezolvarea problemelor vitale ale acestei regiuni : lipsa de apă şi de energie electrică.

Prin devierea Văii Runcului în Valea Neagră, respectiv Firiza, şi utilizarea complexă a acestei ape atît pentru alimentarea cu apă cît şi pentru producerea de energie electrică se rezolvă ambele probleme, asigurîndu-se o cantitate de apă de 760 l/s şi o putere de 3 200 kW respectiv o cantitate de energie electrică de 27 mil. kWh/an.

Regularizarea debitului Văii Runcului s-ar face prin înfiinţarea unui lac de acumulare de circa 5 mil. m^3. Barajul de acumulare format din anrocamente cu ecran impermeabil ar avea o înălţime de 35 m, respectiv un volum de circa 200 000 m^3 şi ar costa circa 16 mil. lei, adică circa 80 lei/m^3.

Devierea Văii Runcului în Valea Neagră se face cu un tunel de circa 2,9 km şi utilizarea apei în scopuri energetice s-ar asigura prin patru trepte avînd fiecare următoarele caracteristici :

Treapta	Debit mediu m^3/s	Căderea brută, m	Puterea, kW	Energia produsă MWh/an
I	0,600	50	220	1 890
II	0,760	116	640	5 520
III	0,900	189	1 220	10 550
IV	1,100	100	790	6 840

Este de menţionat că unităţile hidroelectrice III şi IV pe lîngă apa deviată a Runcului vor utiliza şi debitele respective din Valea Neagră şi că apa Runcului deviată prin Valea Neagră în Firiza va îmbunătăţi funcţionarea turbinelor hidroelectrice amenajate pe această din urmă vale cu 330 kW şi circa 2,7 mil. kWh/an.

Valoarea totală a investiţiilor se ridică la circa 53 mil. lei din care circa 11 mil. lei grevează asupra alimentării cu apă şi circa 42 mil. lei asupra producţiei de energie electrică.

În acest fel costul apei ar fi de circa 1 ban/m^3, iar al energiei electrice de circa 5,61 bani/kWh.

Avînd în vedere că grupurile termice Diesel existente produc energia cu 30,50 bani/kWh, beneficiul anual realizabil, prin înfiinţarea turbinelor hidroelectrice susmenţionate, ar fi de circa 6,7 mil. lei. Deci investiţia s-ar amortiza în circa 7 ani, interval după care costul energiei electrice ar scădea la 2,20 bani/kWh.

În concluzie putem spune că deşi fondurile necesare construirii acestor hidrocentrale sînt mai mari decît ale unei centrale termice de putere egală, totuşi prin faptul că nu necesită combustibil exploatarea lor este mult mai economică. Tocmai prin exploatarea lor mult mai economică fondurile de investiţie se amortizează repede şi după acest interval preţul de cost se reduce la minimum posibil (în cazul nostru 2,26 bani/kWh).

Prin asigurarea cantităţii de apă necesară şi a energiei electrice ieftine vom contribui la dezvoltarea şi exploatarea economică a bazinului minier Baia Mare.

11.07. Ing. MARIN CALBUROV — Republica Populară Bulgaria: **Probleme caracteristice ale energeticii Bulgariei.**

621.311.1(497.2)

1. *Resurse energetice*

a) Cărbuni : Bulgaria nu este bogată în zăcăminte de cărbuni ca Cehoslovacia, Germania, U. R. S. S. ş. a.

Rezervele de cărbuni se apreciază la aproape patru miliarde tone din care : 7,95% cărbuni bruni cu o putere calorifică de 3 600 kcal/kg; 0,95% huilă şi 0,82% antracit cu 5 000 kcal/kg şi 90,05% ligniţi cu 1 500—1 800 kcal/kg.

Din ligniţi 78% sînt concentraţi în bazinul Mariţa şi au o putere calorifică de numai 1 500 kcal/kg.

Cărbunii bruni se găsesc în jurul oraşului Dimitrovo (Pernik). Celelalte zăcăminte sînt situate în Bulgaria de sud.

În Bulgaria de nord există un singur zăcămînt de ligniţi aproape de Dunăre lîngă localitatea Lom.

b) Resurse hidraulice: Nici acestea nu sînt prea mari, ca în U. R. S. S., Elveţia, Norvegia, Iugoslavia ş.a. Nu pot fi amenajate în mod economic mai mult de 11 miliarde kWh pe an şi în special în centralele cu acumulare. Resursele hidraulice sînt de asemenea concentrate în Bulgaria de sud, şi anume în munţii Rodope, Rila şi Pirin, iar Bulgaria de nord dispune de resurse hidraulice reduse.

c) Combustibili lichizi şi gazoşi: se găsesc în Bulgaria într-o măsură neînsemnată şi prospecţiunea este încă în curs de desfăşurare.

d) Materiale fisionabile: există în Bulgaria, dar nu s-au stabilit încă toate zăcămintele.

Consumul anual de cărbune este de 12 milioane t inclusiv consumul centralelor electrice. Sporul anual de producţie este de aproximativ 10%. O creştere deosebit de mare este prevăzută pînă în anul 1970 pentru bazinul Mariţa de Răsărit şi anume aproximativ 10 milioane t/an, în scopul alimentării cu combustibil a două mari centrale termoelectrice proiectate de cîte 400 MW fiecare.

Lemnele şi deşeurile din agricultură reprezintă 42% din consumul total de energie primară, dar se utilizează aproape în exclusivitate pentru uz casnic la sate.

Dintr-un bilanţ aproximativ al consumului de energie primară se constată că pentru un locuitor revin 7 000 kWh/an, din care numai 300 kWh/an reprezintă energie electrică adică aproximativ 4%. După cum s-a constatat la sesiunea de la Viena a Conferinţei Mondiale a Energiei, media de consum de energie primară este pentru Europa de 20 600 kWh/an la fiecare locuitor, din care 1030 kWh energie electrică, adică aproximativ 5%. (Aceste date se referă la anul 1954).

Din cele de mai sus rezultă rămînerea în urmă în comparaţie cu media europeană, la consumul specific de energie.

2. *Construcţii energetice*

Pînă la sfîrşitul acestui an vor fi în funcţiune 300 MW instalaţi în centralele termoelectrice din care 200 MW în regiunea Sofia şi Dimitrovo, 75 MW în regiunea Dimitrovgrad, iar restul în celelalte regiuni.

Cele mai mari centrale termoelectrice sînt Republica cu 75 MW alimentată cu deşeuri de cărbune brun; Stalin cu 74 MW şi acelaşi combustibil; Mariţa III cu 50 MW, combustibil lignit. Toate aceste centrale noi au grupuri de cîte 25 MW, 96 at, 510°C. Unele din acestea au prize pentru termoficarea industrială şi pentru încălzire. Costul unui kW instalat este de 4 000—5 000 leva; costul energiei electrice este de 0,14—0,18 leva/kWh.

La centralele vechi construite înainte de eliberarea ţării, 9. IX. 1944, preţul de cost se ridică pînă la 0,40 leva/kWh. În medie personalul productiv din centralele termoelectrice se ridică la 6 lucrători/MW pe cînd în Cehoslovacia sînt în medie 4 şi în Anglia 2. Consumul propriu de energie este în medie la termocentrale de 9%, în special din cauza arderii ligniţilor. Consumul specific mediu este de aproximativ 4 000 kcal/kWh. Durata medie de utilizare a centralelor termoelectrice este de 6 000—7 000 ore.

Pînă la sfîrşitul acestui an se va dispune de o putere instalată în centrale hidroelectrice de 300 MW. Cea mai mare parte din putere este instalată în centrale cu acumulare şi anume: Studen—Kladeneţ cu 60 MW, Batak cu 40 MW, Peştera 80 MW şi Pasarel—Kokaleane cu cîte 20 MW fiecare. Restul puterii este instalat în centrale mici pe firul apei.

Căderile utilizate la centralele mari sînt de peste 50 m. Retenţiile vor fi utilizate şi pentru irigaţii. Retenţiile sînt anuale, afară de lacul Stalin, care este prevăzut pentru o retenţie de cîţiva ani. Centralele pe firul apei au mici bazine pentru retenţie zilnică. Durata de utilizare a puterii instalate în centralele hidroelectrice cu acumulare este 2000—3000 ore/an. Există şi o centrală de vîrf, Kalin, cu acumulare prin pompare. Costul unui kW instalat în centrale hidroelectrice este de aproximativ 6 000—7 000 leva, iar costul energiei este de 0,07—0,09 leva/kWh.

Puterea instalată în centralele cu combustibil lichid este de aproape 20 MW, şi anume în Bulgaria de nord, ca centrale de vîrf, dar durata de utilizare este de 4 000 ore, deoarece nu avem rezervă de putere.

Luînd în considerare faptul că rezervele de cărbuni sînt limitate şi vor fi epuizate probabil în 50—60 ani şi faptul că resursele hidroenergetice sînt limitate, se studiază construirea a două centrale atomice de cîte 100—200 MW fiecare, în Bulgaria de nord, pînă în anul 1970.

3. Producţia de energie

Prevederile de plan pentru anul 1957 la producţia de energie electrică sînt de 2,8 miliarde kWh, adică 350 kWh/locuitor pe an, din care 1,8 miliarde kWh din centrale termoelectrice şi 1 miliard din centrale hidroelectrice. Pentru anul 1956 se prevede o producţie de 3,92 miliarde kWh, pentru 1965 — 7 miliarde şi pentru 1970 aproximativ 12 miliarde kWh. Din comparaţia energiei produse prin centrale termoelectrice cu cea a centralelor hidroelectrice rezultă un raport de 63/35.

Din energia hidroelectrică 50% se produce din acumulări pentru acoperirea vîrfului de sarcină. Centralele pe firul apei şi centralele termoelectrice lucrează ca centrale de bază. Un mare neajuns al centralelor noastre termoelectrice este valoarea ridicată a minimului tehnic la cazane şi anume 80—85% din debitul nominal, cauzată de calitatea inferioară a lignitilor şi în consecinţă pericolul de stingere a flacării.

Transportul energiei se face la noi printr-un inel de 110 kV, care, inclusiv ramificaţiile, are 1 600 km. La 220 kV avem o linie de 120 km, la 22 kV avem 25 000 km, iar la 60 kV şi 35 kV cîteva sute de km fără să fie prevăzute extinderi la aceste tensiuni. Reţelele de distribuţie urbane şi rurale cuprind aproximativ 30 000 km.

Considerînd consumul propriu al centralelor a cărui medie pentru centrale termo- şi hidroelectrice este de 5% precum şi pierderile în reţele şi de transformatoare 15%, rămîn pentru consum 2,24 miliarde kWh.

Consumul de energie electrică a crescut în ultimii 12 ani de opt ori, totuşi el este încă insuficient în echiparea muncitorilor în scopul obţinerii unei productivităţi mărite.

4. Utilizarea energiei electrice

Din defalcarea consumului de energie electrică pe categorii de consumatori, se obţine 75% pentru industrie, 20% pentru uz casnic şi utilizări publice comunale, 4% pentru producţia agricolă şi 1% pentru transport.

Din energia consumată în industrie numai 12% reprezintă consumul pentru forţă motrică, iar restul se utilizează în procese chimice şi termice. Necesarul de îngrăşăminte artificiale, fibre sintetice şi înlocuitori ai materiilor prime, care se realizează prin procese de chimizare, consumă multă energie electrică şi mai multă energie termică din abur prelevat sau gaze arse.

Creşterea consumului de energie în general şi de energie electrică în special este mai mare decît creşterea populaţiei din cauza ridicării standardului de viaţă şi prin faptul că trebuie să preceadă creşterea producţiei industriale. Se prevede în Bulgaria o creştere rapidă a consumului de energie electrică din cauza calităţii inferioare a cărbunilor şi a lipsei combustibililor lichizi şi gazoşi, care ar putea fi utilizaţi pentru consumurile casnice.

5. Electrificarea rurală

Punctul slab al energeticii bulgare în reprezintă electrificarea rurală. În prezent unui consumator rural legat la reţea îi revin 40 kWh/an din care 30 kWh pentru lumină şi aproximativ 10 kWh pentru producţia agricolă. Dintr-un total de 5 600 sate sînt electrificate 3 220 cu 68% din totalul populaţiei rurale. La 1 ha de teren arabil revin numai 9 kWh/an pentru producţia agricolă, cu toate că gospodăriile agricole de stat sînt electrificate în proporţie de 100%, iar gospodăriile agricole colective în proporţie de 89%.

În Cehoslovacia la 1 ha de teren arabil revin 100 kWh/an şi în Europa de apus şi în America pînă la 300 kWh/an.

Consumul total de energie primară al ţăranului este de circa 900 kWh/an faţă de un minim necesar de 1 500 kWh/an. Deficitul este cauzat de calitatea inferioară a cărbunilor, lipsei de combustibili lichizi şi gazoşi, de lemn care este rezervat industriei şi chiar deşeurile agricole (ca paie, coceni, etc.) care se utilizează pentru celuloză şi sălaş pentru vite. În unele regiuni ca de exemplu Dobrogea, Cîmpia Dunării şi a Mariţei nu există lemne de foc, astfel că în timpul iernii ţăranul restrînge la o singură încăpere folosinţa casei compuse din 3—4 încăperi. Ţăranca lucrează pe cîmp în timpul zilei în cooperativele de producţie şi nu are nici timp nici combustibil pentru a pregăti mîncarea caldă copiilor, care rămîn acasă, iar seara se întoarce obosită şi de asemenea nu poate să pregătească o masă caldă. Cu atît mai mult trebuie deci să aibă la dispoziţie energie electrică ieftină. Dintr-un studiu efectuat la noi rezultă că şi din punct de vedere economic este indicat să se ridice consumul de energie electrică al ţăranului, şi anume cel puţin pînă la 100 kWh/an, în scopul amortizării investiţiilor făcute de stat pentru electrificarea rurală.

În prezent cu o electrificare rurală statică nici ţăranul nu este îndestulat, iar statul este în pierdere.

O ţară nu poate fi industrializată fără ca ţărănimea să aibă un nivel de trai ridicat şi o putere de cumpărare ridicată. Mecanizarea agriculturii nu se realizează numai prin tractoare, prin combine, ci şi prin mica mecanizare a tuturor proceselor de producţie agricolă unde electricitatea are un rol deosebit de important.

6. Perspective

În prezent se lucrează la o balanţă energetică pentru o perioadă de 10—15 ani prin care se vor determina rezervele de energie primară, resursele geologice de combustibili şi uraniu, puterea lor calorifică şi rezervele hidroenergetice.

Pe de altă parte se determină dinamica consumului de energie, caracterul acestuia şi căile de urmat pentru acoperirea lui cu un efect economic optim. În acest sens se ţine seama de economia de lemne şi de cărbuni care pot fi utilizaţi în procese chimice pentru producerea înlocuitorilor de materii prime. Se determină perspectiva dezvoltării sistemului energetic, dar se constată că este necesară stabilirea prealabilă a balanţei energetice şi a legăturilor cu reţelele statelor vecine, fără de care acest proiect nu poate fi bine rezolvat. Cunoaştem avantajele interconexiunii sistemelor naţionale chiar prin încercarea făcută prin linia de 60 kV, Giurgiu-Russe în 1948, o iniţiativă a noastră, a inginerilor romîni şi bulgari.

Un rol foarte mare în această balanţă energetică îl deţine bilanţul energiei electrice, care pătrunde în toate domeniile activităţii omului.

Din această cauză un element important al balanţei energetice este puterea electrică, sistematica şi analiza dinamicii sarcinii pe an, lună, zi şi oră.

Doresc să subliniez aici la fel ca şi la mine în ţară că în sistemul nostru socialist, unde statul deţine monopolul exclusiv al energiei, răspunderea noastră a inginerilor este mult mai mare decît a inginerilor din ţările capitaliste, atunci cînd rezolvăm probleme energetice. Acolo la capitalişti, fiecare întreprinzător industrial alege modul de alimentare cu energie, fie de la sistemul public, fie de la o sursă proprie, precum şi felul energiei, astfel ca din calculul costurilor pentru produsele sale să rezulte posibilitatea de concurenţă pe piaţă.

La noi inginerii prin stabilirea sistemului de alimentare cu energie impun consumatorilor care apar în viitorii 10—15 ani nu numai felul energiei, dar şi costul ei, care la industriile mari consumatoare de energie (chimică, metalurgică, sau de ciment unde energia ia parte la cost în proporţie de 20—70%) poate să ridice într-atît costul produselor încît să le excludă de la concurenţa pe piaţă. În

prezent se livrează energie pentru industriile enumerate sub costul de producție, acordîndu-li-se în acest mod indirect un premiu, ceea ce din punctul de vedere general al statului și al energeticei reprezintă o pierdere, deși pentru industria respectivă nu apare ca atare.

Sper că în această scurtă expunere am putut prezenta colegilor romîni principalele probleme ale energeticii generale și energiei electrice ale Bulgariei, care sînt comparabile problemelor din țara dvs., deși Romînia dispune de mai mulți combustibili lichizi și gazoși. Totuși fiind state socialiste, inginerii bulgari ca și cei romîni sînt confruntați cu aceleași probleme de energie generală și energie electrică.

12.01. Ing. TOMA LASZLO: **Un caz special de pendulații într-un sistem energetic regional.**

621.3.072.9

Se prezintă un caz de pendulații întreținute, apărute într-un sistem energetic regional, cu ocazia punerii în paralel a unei centrale termoelectrice industriale cu rețeaua regională. Pendulațiile s-au manifestat sub forma unor variații periodice ale schimbului de putere dintre turbogeneratorul centralei termoelectrice industriale și sistemul energetic, care a avut drept urmare variații de aceeași frecvență ale sarcinii pe turbogeneratoarele centralei de bază a sistemului.

Încercările și calculele efectuate au dovedit că pendulațiile au fost provocate de impulsurile de putere date de o centrală Diesel, care funcționează în sistem și au ajuns la amplitudini mari din cauză că grupul turbogenerator din centrala industrială a intrat în rezonanță cu aceste impulsuri. Ceea ce este mai neobișnuit, centrala Diesel, care a provocat aceste pendulații, nu a luat parte la ele.

În concluzie se atrage atenția asupra necesității de verificare a posibilității de rezonanță pentru toate grupurile generatoare care urmează să funcționeze în paralel cu grupuri antrenate prin mașini cu piston și se prezintă posibilitățile de ameliorare a situației.

12.02. Ing. ERVIN LEBOVICS: **Un nou aparat pentru determinarea succesiunii fazelor și a măsurării frecvenței la rețelele trifazate.**

621.317.733

Întrucît aparatele existente pentru determinarea succesiunii fazelor prezintă o serie de dezavantaje și anume: domeniu restrîns de aplicare, sensibilitate mare la șocuri, consum mare de energie electrică etc., în această lucrare se propune un nou aparat, original, mai simplu, folosind elemente statice (capacitate și rezistențe) puțin sensibil la șocuri și ușor de folosit pe teren.

Construcția sa, principiul său de funcționare și modul de utilizare sînt simple.

Elementul reglabil este o rezistență și pentru măsurarea mărimilor respective se folosește un voltmetru, eventual un multavi sau un avomet.

Acest aparat, conectat în rețea, permite să se determine succesiunea fazelor, frecvența curentului din rețea, tensiunea la borne, precum și cazul întreruperii unei faze.

Calitățile aparatului îl fac apt pentru utilizări industriale.

12.03. Conf. GHEORGHE MOISIL: **Amplasarea și dimensionarea cablurilor de întoarcere ale rețelelor de tracțiune electrică în curent continuu.**

621.332.22

Amplasarea și dimensionarea cablurilor de întoarcere a rețelelor de tracțiune electrică trebuie astfel executate încît să se obțină reducerea dispersiei curentului în sol într-o măsură cît mai mare, în scopul economiei de energie electrică și al micșorării pericolului de coroziune.

1. Calculul amplasării și dimensionării se bazează pe relațiile:

$$V(x, y, z) = \Sigma P_j(x, y, z) I_j \qquad (1)$$

$$\overline{E}(x, y, z) = -\operatorname{grad} \Sigma P_j(x, y, z) I_j \qquad (2)$$

$$\overline{j}(x, y, z) = \Sigma \overline{\omega_j}(x, y, z) I_j \qquad (3)$$

care exprimă linearitatea legăturilor dintre potențialul electric, cîmpul electric și densitatea superficială de curent într-un punct al unui conductor masiv eterogen și intensitățile I_j ale surselor aplicate pe acest conductor.

$$P_j = \frac{\partial V(x, y, z)}{\partial I_j}$$

$$\overline{\omega_j} = \frac{\tau j(x, y, z)}{\partial I_j}$$

sînt coeficienții de repartiție a potențialului și densității superficiale de curent într-un punct (x, y, z) al conductorului, asociați sursei I_j. Între acești coeficienți există relația:

$$\overline{\omega_i}(x, y, z) = -\lambda(x, y, z) \operatorname{grad} P_j(x, y, z)$$

în care λ este conductivitatea solului.

2. În problema studiată, sistemul de surse aplicat pe sol constă din sursele debitante I_j — în fapt punctele de contact ale roților vagoanelor de tramvai cu șinele și sursele absorbante J_k — în fapt punctele de conexiune la șină a cablurilor de întoarcere. Conform primei teoreme a lui Kirchhoff:

$$\Sigma \mu_j + \Sigma \nu_k = 0 \qquad (4)$$

în care:

$$\left.\begin{aligned} \mu_j &= \frac{I_j}{J} \\ \nu_k &= -\frac{J_k}{J} \\ J &= \Sigma I_j = -\Sigma J_k \end{aligned}\right\}$$

Rezultă în fiecare punct al solului, inclusiv rețelele metalice din el, potențialul:

$$V = J[-\Sigma p_k \nu_k + \Sigma p_j \mu_j]. \qquad (5)$$

Analiza acestei relații arată că datorită proprietății coeficienților p_j de a fi funcții descrescătoare de distanță, se pot trage următoarele concluzii:

a) În jurul punctului de conexiune a fiecărui cablu de întoarcere există o suprafață de potențial nul, ale cărei puncte îndeplinesc condiția:

$$\Sigma p_k \nu_k = \Sigma p_j \mu_j .$$

Această suprafață separă zona catodică — exterioară ei — în care rețelele sînt în general protejate, de zona anodică din interiorul acestei suprafețe, în care rețelele sînt supuse coroziunii.

b) Întinderea zonelor anodice este cu atît mai mică cu cît numărul cablurilor de întoarcere este mai mare.

3. Să ne fixăm atenția asupra uneia din rețelele subterane de cabluri sau canalizații, notînd cu ξ poziția unui punct curent de pe această rețea.

Densitatea curentului de schimb între rețea și sol în punctul ξ este:

$$j(\xi) = J[\Sigma \omega_k(\xi) \nu_k - \Sigma \omega_j(\xi) \mu_j] \qquad (6)$$

Calculul arată că în zonele anodice — singurele, care ne interesează — densitatea $j(\xi)$ scade o dată cu multiplicarea cablurilor de întoarcere.

4. În ce privește amplasarea cablurilor de întoarcere calculul arată că în zonele anodice, densitatea curentului de schimb dintre rețeaua subterană și sol este cu atît mai mică, cu cît punctele de conexiune ale cablurilor de întoarcere sînt amplasate mai aproape de nodurile rețelei de tracțiune, soluția cea mai bună fiind amplasarea lor în înseși nodurile rețelei.

5. În multe cazuri se poate admite că funcția:

$$\sigma = \Sigma \omega_j(\xi) \mu_j$$

prezintă o valoare aproximativ constantă, cu excepția zonelor din vecinătatea nodurilor rețelei de tracțiune, în care ea prezintă maximele $\sigma_1, \sigma_2 \ldots \sigma_i \ldots \sigma_m$ (m fiind numărul nodurilor rețelei). Dacă maximele σ_i diferă între ele, nu este convenabil să se regleze toți curenții din cablurile de întoarcere

la o aceeaşi valoare, deoarece vor rezulta, în diferitele puncte ale reţelei subterane, valori $j(\xi)$ foarte diferite.

Reglînd însă coeficienţii ν_k la valorile :

$$\nu_k = \frac{1}{m}\left[1 - \frac{\sigma}{\omega}\left(-m\,\alpha_k + \Sigma\alpha_i\right)\right] \qquad (7)$$

atunci densităţile curentului de schimb au în punctele cele mai expuse coroziunii aproximativ aceeaşi valoare :

$$j_0 = \frac{J}{m}[\omega - \Sigma_i\,\sigma_i]. \qquad (8)$$

În relaţia (7) :

$$\alpha_i = \frac{\sigma_i}{\sigma}.$$

În acest fel se asigură o durată aproximativ egală a reţelei subterane în toate punctele expuse coroziunii.

6. Dacă în loc de o singură reţea subterană există un sistem de reţele subterane, pentru fiecare reţea va exista o distribuţie optimă a încărcării diferitelor cabluri de întoarcere. Cel mai potrivit este să se regleze astfel curenţii în cablurile de întoarcere încît densitatea curentului absorbit de şinele liniei de tracţiune în dreptul centrelor de întoarcere să aibă peste tot aproximativ aceeaşi valoare

$$-j_s = \frac{J}{m}\left[\omega_s - \Sigma\sigma_{si}\right] \qquad (9)$$

Acest lucru se poate realiza dacă se obţine echipotenţialitatea tuturor centrelor de întoarcere. Într-adevăr, reglînd la valori convenabile sarcinile preluate de diferitele cabluri, se poate obţine în toate punctele de conexiune ale cablurilor de întoarcere un acelaşi potenţial :

$$V_s = \frac{J}{m}\left[-p_s + \Sigma\,\varphi_{si}\right] \qquad (10)$$

relaţie similară cu (9) în care φ_{si} reprezintă valorile maxime în cele m noduri ale mărimii

$$\Sigma\, p_j\, I_j$$

Dar deoarece

$$j_s = -\lambda\ \text{grad}\ V_s$$
$$\omega_s = -\lambda\ \text{grad}\ p_s$$
$$\sigma_{si} = -\lambda\ \text{grad}\ \varphi_{si}$$

din relaţia (10) rezultă însăşi relaţia (9) :

$$-j_s = \frac{J}{m}\left[\omega_s - \Sigma\,\sigma_{si}\right]$$

adică tocmai densitatea curentului de schimb căutată.

Aşadar, realizarea echipotenţialităţii cît mai bune a tuturor punctelor de conexiune ale cablurilor de întoarcere asigură o viaţă aproximativ egală în toate punctele expuse ale tuturor reţelelor subterane învecinate.

În concluzie, calculul schiţat mai sus arată :

a) Întinderea zonelor anodice şi densitatea curentului de schimb în aceste zone scad o dată cu multiplicarea numărului cablurilor de întoarcere.

b) Este recomandabil să se amplaseze centrele de întoarcere, chiar în nodurile reţelei de tracţiune.

c) Reglarea curenţilor absorbiţi de diferitele cabluri, astfel ca să se realizeze echipotenţialitatea punctelor de întoarcere, asigură o aceeaşi viaţă medie pe toate secţiunile reţelelor subterane de cabluri şi canalizaţii.

12.04. V. RĂDULESCU : Metode de combatere a formării chiciurii pe conductoarele liniilor electrice aeriene.

621.315.175

Date fiind avariile importante datorite ruperilor de conductoare de pe liniile electrice aeriene din cauza depunerilor excepţionale de chiciură şi a vînturilor puternice simultane, manifestate în R.P.R. în special în ultimii ani, trebuie acordată o atenţie deosebită metodelor de combatere a depunerilor de chiciură pe conductoare.

În referat se expune un procedeu simplu aproximativ pentru calculul timpului privind încălzirea electrică a conductoarelor şi determinarea tensiunii de aplicat în acest scop liniilor de diferite tensiuni nominale. Se admite în acest sens o cheltuială de energie electrică de 100—150 kWh pe km de linie, precum şi un curent de încălzire care să poată fi suportat de conductor fără reducerea calităţilor sale mecanice, în timpul cît durează încălzirea. Se descriu totodată metodele de încălzire electrică în scopul topirii chiciurii de pe conductoarele liniilor aeriene electrice şi care sînt :

1. Încălzirea conductoarelor legate în scurtcircuit comportînd scoaterea din funcţiune a liniei respective;

2. Încălzirea conductoarelor liniilor, fără scoaterea din funcţiune a acestora, care la rîndul ei se poate executa în una din următoarele metode :

a) metoda diferenţei de potenţial longitudinale, datorită conexiunilor diferite a transformatoarelor de alimentare de la capete, sau mai pe scurt metoda conexiunilor schimbate;

b) metoda alimentării separate pe fază a liniilor din surse exterioare, în montaj homopolar;

c) metoda încărcării suplimentare a liniilor, prin legare de reactoare între fază şi pămînt, la capetele lor;

d) metoda repartizării sarcinilor, în reţelele complexe. În referat se descrie fiecare din aceste metode, arătîndu-se modul de aplicare, la fiecare din ele, a procedeului de calcul aproximativ menţionat mai sus.

În R. P. R. nu s-a aplicat pînă azi decît încălzirea în scurtcircuit, iar metoda conexiunilor schimbate nu se poate aplica în prezent din cauza lipsei unor grupuri de transformatoare monofazate, cerute de această metodă, respectiv date fiind investiţiile mari ce ar fi necesare dacă s-ar prevedea transformatoare de rezervă cu conexiuni schimbate în staţiile de la capetele liniilor.

Prezintă însă cel mai mare interes şi se iau în prezent în studiu metodele menţionate la punctele 2) b, c şi d de mai sus şi care permit încălzirea liniilor fără scoaterea lor din funcţie. Referatul se încheie cu scurte considerente despre întrebuinţarea avertizoarelor electrice de chiciură pe liniile înzestrate cu instalaţii telefonice de înaltă frecvenţă, precum şi despre posibilităţile de semiautomatizare sau automatizare a declanşării încălzirii în momentul cînd depunerile de chiciură depăşesc o anumită limită, încă nepericuloasă pentru conductoare.

12.05. Ing. VIOREL BUCUR : Suprasolicitările de chiciură şi vînt pe linia de 35 kV „Q".

621.315.175

Accidentul ce a avut loc pe o linie de 35 kV, pe stîlpi portali din lemn, în munţii Apuseni, la o altitudine de 1 400—1 600 m, în iarna 1955—1956, datorit chiciurii şi vîntului excepţionale, care se produc la aceste altitudini, formează obiectul prezentului referat.

Se descriu în detaliu grosimile de chiciură măsurate în diverse panouri ale liniei, rezultînd maximum de depuneri la altitudinea maximă, şi se compară rezultatele acestor măsurători cu cele de pe o altă linie din regiune şi cu cele din prescripţiile în vigoare pentru construcţia liniilor aeriene, arătînd că, pentru astfel de zone, prescripţiile sînt mult depăşite.

Mai departe, se examinează detaliat stricăciunile produse stîlpilor şi săgeţile excepţionale constatate la conductoare, deducîndu-se eforturile reale produse de către chiciura măsurată şi vîntul apreciat, care depăşesc în orice caz limitele de elasticitate şi chiar de rupere a materialelor.

În concluzie, se propun anumite măsuri pentru evitarea repetării unor asemenea accidente, şi anume staţii pentru măsurători de chiciură şi vînt, dispozitive pentru topirea chiciurii şi întrebuinţarea radiocomunicaţiilor în lungul unor linii din zone ameninţate, în fine, înfiinţarea de rezerve de materiale şi scule pentru cazuri de reparaţii în apropierea punctelor slabe ale liniei, în raport cu intemperiile excepţionale, de felul celor descrise.

12.06. Ing. FLORIN STĂNCIULESCU : Contor pentru descărcătoare cu rezistenţă variabilă.

621.315.1 : 621.316.033 : 621.316.13.

După o trecere în revistă a fenomenelor care au loc în cursul descărcărilor electrice atmosferice, se expun unele date asupra acestora. Se redau apoi criteriile de funcţionare

ale unui contor pentru descărcătoare, cu o singură sensibilitate, aparat care permite verificarea funcţională a descărcătoarelor şi înregistrarea pe o anumită perioadă de timp a numărului total de descărcări.

În continuare se expun premizele şi criteriile de calcul ale circuitelor care intervin. Aceste calcule sînt complicate de neliniaritatea circuitelor, dar soluţiile sînt totdeauna posibile cu o foarte bună aproximaţie.

Urmează dezvoltarea unei idei a autorului cu privire la un contor cu două sensibilităţi, aparat care permite nu numai înregistrarea simplă, ci şi separarea descărcărilor după mărimea solicitărilor.

Se arată apoi care sînt încercările ce se fac asupra unui astfel de aparat şi rezultatele obţinute la staţia de impulsii de curent asupra unui prototip realizat la ICET.

În încheiere se trag o serie de concluzii asupra valorii ştiinţifice şi tehnice a contorului pentru descărcătoare cu rezistenţă variabilă.

12.07. Ing. ALADAR NAGY: **Criteriile practice ale repartizării optime a sarcinilor reactive.**

621.311.177: 621.3.016.45

Referatul expune mai întîi teoria repartizării optime teoretice a sarcinilor reactive pe baza principiului minimului de pierderi de putere activă, în reţelele electrice în care se transmit, în ipoteza omogenităţii acestora.

Întrucît în realitate însă circulaţiile de putere redusă sînt limitate de sarcinile active ale generatoarelor acestora şi de condiţiile lor de răcire şi excitaţie, precum şi de stabilirea funcţionării în sistemele interconectate a generatoarelor, metoda trebuie corectată ţinîndu-se seama de toţi aceşti parametri.

În consecinţă, se examinează cazul simplu a două centrale electrice legate printr-o linie electrică şi se construieşte topograma de funcţionare respectivă, din care se deduce pe cale grafică repartiţia optimă a sistemului studiat, a puterilor reactive, ţinînd seama de toate condiţiile limitative, impuse de generatoare.

În încheiere, se prezintă un exemplu de calcul aplicat în diferite ipoteze de funcţionare a unei centrale cu trei grupuri generatoare.

12.08. Conf. ing. CĂLIN MIHAILEANU: **Utilizarea condensatoarelor-serie, în reţele de distribuţie.**

621.319.4 :621.316.1

Montarea unui condensator în serie cu o linie de transport de foarte înaltă tensiune (220 kV şi mai mult) în scopul de a mări astfel capacitatea de transport prin micşorarea reactanţei ei şi de a mări stabilitatea transportului de energie electrică cînd acesta are loc la distanţe mari este o chestiune familiară marii majorităţi a specialiştilor din domeniul reţelelor şi sistemelor.

Mai puţin cunoscută este, în general, întrebuinţarea condensatoarelor-serie în reţelele de distribuţie de medie tensiune (3—60 kV). Aici nu se pune problema stabilităţii, ci a căderilor de tensiune importante şi variabile cu sarcina ce au loc în mare parte în reţelele aeriene din această categorie.

În acest scop, şi uneori pentru a reduce fluctuaţiile de tensiune cauzate de funcţionarea unui receptor cu sarcină foarte variabilă (cuptor cu arc, maşină de sudat etc.), se întrebuinţează baterii de condensatoare-serie şi în reţelele de distribuţie de medie tensiune. Spre deosebire însă de cele utilizate la liniile de transport de 220—380 kV care au puteri de ordinul a 100 MVAr, acestea au puteri de cîteva sute de kVAr sau cel mult cîteva mii.

De asemenea, gradul de compensare, mărime caracteristică utilizată în cazul condensatoarelor-serie, care este definit ca raportul $x_s = \frac{X_s}{X}$ între reactanţa condensatorului-serie şi rectanţa liniei, are valori cuprinse, în general, între 0,2 şi 0,6 în reţelele de transport de foarte înaltă tensiune, în timp ce la reţelele de distribuţie de medie tensiune ia adeseori valori mai mari ca 1, mergînd pînă la 4.

Obiectul lucrării îl formează tocmai utilizarea condensatoarelor în condiţiile şi scopurile descrise mai sus.

Primele baterii de condensatoare-serie de acest fel s-au montat în jurul anului 1930 şi rezultatele nu au fost mulţumitoare datorită unor fenomene supărătoare ce apăreau în reţea.

Ulterior, prin experimentările europene făcute, în special în Suedia şi în U.R.S.S., s-a constatat că, afară de cazuri întîmplătoare care trebuie tratate în mod special, condensatoarele-serie se pot întrebuinţa perfect în reţelele de distribuţie, dînd rezultate excelente şi concurînd cu succes din punct de vedere economic cu celelalte metode de îmbunătăţire a condiţiilor de funcţionare a acestor reţele.

De la 1950 încoace în cel puţin patru ţări europene s-a introdus şi, după o experimentare reuşită, se extinde întrebuinţarea condensatoarelor-serie în reţelele de distribuţie de medie tensiune; este vorba de Suedia, U. R. S. S., Franţa şi Germania.

Unul dintre cele mai importante criterii după care se judecă o distribuţie de energie electrică este menţinerea constantă a tensiunii în jurul valorii nominale. Variaţiile de tensiune sînt de două feluri: rapide şi în timp. Primele au loc instantaneu cu ocazia modificării regimului de funcţionare al anumitor receptoare şi sînt supărătoare, în special, pentru ochi, dînd fenomenul de licărire (englezeşte „flicker"); variaţiile de tensiune în timp au loc o dată cu variaţia în timp a sarcinii (de exemplu, de la gol la vîrful de sarcină) în reţelele lipsite de reglajul corespunzător al tensiunii. Dar chiar acolo unde există astfel de instalaţii, însă cu reglaj discontinuu, de exemplu, transformatoare cu trepte de reglaj în sarcină, variaţia de tensiune în timp este micşorată, dar ea există, fiind în schimb întovărăşită de variaţii rapide la schimbarea treptelor. Prescripţiile internaţionale concordă, în general, în a fixa limita admisibilă a variaţiilor rapide la 1,5% din valoarea nominală şi în a limita variaţiile în timp într-o zonă de $\pm$ 5% în jurul valorii nominale. În numeroase reţele de distribuţie aceste valori sînt însă depăşite, în special, pentru consumatorii situaţi le extremităţile zonei deservite dintr-un punct de injecţie de la o tensiune superioară. Condensatorul-serie constituie un mijloc eficace pentru reducerea atît a variaţiilor rapide de tensiune, cît şi a celor în timp.

Astfel, dintr-o diagramă trasată special în lucrare pentru o linie de 15 kV 35 mm² Cu 25 km lungime transportînd 2 MW la cos φ 0,7 se vede că este necesară o tensiune de 18 kV la plecare spre a se ajunge cu 15 kV la capătul de sosire al liniei. Montînd o baterie de condensatoare-serie, se poate ajunge la o cădere de tensiune nulă între plecare şi sosire (15 kV în ambele puncte).

Instalarea unei baterii de condensatoare-serie constituie un mijloc de a asana cu cheltuieli de investiţii relativ reduse tensiunile în reţea. Uneori, chiar cînd este totuşi necesară o întărire sau o refacere a reţelei, aceste lucrări costisitoare pot fi amînate pentru un număr de ani, ceea ce constituie un avantaj economic important.

În general, mijloacele ce pot fi luate în considerare pentru ameliorarea tensiunilor într-o anumită zonă a unei reţele de distribuţie sînt următoarele:

a) amenajarea unui punct de injecţie în centrul zonei cu tensiune scăzută (construcţia în punctul considerat a unei staţii coborîtoare de la o tensiune superioară);

b) întărirea reţelei de distribuţie existentă;

c) montarea unui autotransformator;

d) montarea unei baterii de condensatoare - derivaţie;

e) montarea unei baterii de condensatoare - serie.

Compararea acestor soluţii la un exemplu numeric pentru tensiunea de 10 kV arată următoarele:

Soluţia a) reprezintă soluţia tehnică completă, valabilă în perspectiva de lungă durată, deoarece măreşte practic nelimitat capacitatea de transport, reducînd simţitor pierderile de energie. Cheltuielile de investiţie sînt însă de 17 ori mai mari decît la montarea unei baterii de condensatoare-serie (soluţia e).

Soluţia b) constînd din construcţia unei noi linii de distribuţie 10 kV pe stîlpi de lemn este de 5,4 ori mai scumpă decît soluţia e).

Soluţia c) costă cu 22% mai scump decît soluţia e). Trebuie însă observat că are dezavantajul unui reglaj cu oare-

care întîrziere şi că nu poate prelua variaţiile rapide de tensiune. De asemenea pierderile de energie sînt cu 40% mai mari în soluţia c) decît în soluţia c)

Soluţia d) comportă investiţii de 2,3 ori mai mari ca soluţia e) din cauza dispozitivelor de comutare şi automatizare. Acest surplus de investiţii poate fi recuperat în circa 15 ani din diferenţa de pierderi, care în acest caz sînt mai mici decît la condensatoare-serie.

În ceea ce priveşte variaţiile rapide de tensiune şi combaterea fenomenului de licărire condensatorul-serie este fără concurent, avînd în vedere proprietatea sa de a prelua şocurile de cădere de tensiune practic instantaneu, ceea ce prin nici una dintre celelalte soluţii nu se poate realiza.

În ce priveşte schema utilizată pentru montarea condensatoarelor-serie, trebuie avut în vedere că elementele de condensatoare-serie sînt supuse la altfel de solicitări decît cele dintr-o baterie derivaţie. În timp ce condensatorul derivaţie furnizează tot timpul puterea sa reactivă nominală (în măsura în care tensiunea la borne este menţinută constantă) şi deci funcţionează la plină solicitare termică, condensatorul-serie nu este supus unui astfel de regim decît în momentele de încărcare maximă a liniei în care este intercalat. În schimb el are de suportat curenţii de scurtcircuit ai liniei în care este montat, şi în astfel de cazuri ia naştere o tensiune ridicată la bornele sale, care poate fi periculoasă chiar şi pentru o scurtă durată.

La regim de scurtcircuit în linie, tensiunea la bornele condensatorului este de cîteva ori mai mare decît tensiunea nominală a acestuia. Ar fi neeconomic să se dimensioneze dielectricul condensatorului pentru a rezista la această tensiune, de aceea este necesară luarea de măsuri de protecţie a condensatorului împotriva acestor ridicări de tensiune posibile. Pentru ca protecţia să fie eficace ea ar trebui neapărat să fie instantanee, ceea ce practic nu se poate realiza decît prin eclatoare montate în derivaţie la baterie. Aceste eclatoare sînt reglate la o tensiune egală aproximativ cu dublul tensiunii nominale a condensatorului, în aşa fel încît să permită uşoare suprasarcini ce apar în exploatare fără ca să se amorseze. Eclatoarele trebuie să poată suporta scurt timp trecerea prin ele a curentului de scurtcircuit pînă ce se închide întreruptorul de scurtcircuitare. Construcţia eclatorului trebuie să permită funcţionarea sa repetată fără ca tensiunea de amorsare să varieze în timp.

Întreruptorul de scurtcircuitare serveşte şi la efectuarea manevrelor curente de exploatare pentru punerea şi scoaterea din circuit a bateriei. Acest întreruptor are de suportat, atunci cînd scurtcircuitează bateria sub tensiune, importanţi curenţi de descărcare ai acesteia; iar la deschiderea sa sub curentul nominal al liniei, apare tensiunea de restabilire a condensatorului, de frecvenţă apropiată de cea industrială.

Cu cît puterea bateriei de condensatoare-serie este mai mică, cu atît instalaţia se simplifică. În cazul bateriilor mici, cu puteri de ordinul a cîteva sute de kVAr, ceea ce este cazul obişnuit la tensiuni de 15 kV şi mai mici, instalaţia se poate reduce la un eclator cu rezistenţa sa de amortizare şi un separator de scurtcircuitare. Uneori, cînd curenţii de scurtcircuit în linie sînt mici, poate fi justificată chiar desfiinţarea eclatorului. Elementele pentru bateriile de condensatoare-serie sînt practic identice cu cele pentru condensatoare derivaţie. Astfel, în Suedia se utilizează condensatoare unitare cu putere de 20 sau 27 kVAr izolate cu ulei sub presiune, iar în S. U. A. unităţi de 15 sau 25 kVAr izolate cu clor-difenil (substanţă neinflamabilă). Fiecare element are o singură bornă, cuva metalică a elementului formînd cealaltă bornă. Tensiunea nominală este de circa 1—2 kV. Izolaţia elementelor bateriei faţă de pămînt se face prin izolatori suport, deoarece tensiunea condensatorului-serie este, de obicei, la reţele de medie tensiune de numai 10—20% din tensiunea reţelei.

În partea teoretică a lucrării au fost adoptate dintr-un studiu al lui Fr. Barozzi publicat în 1952 în revista italiană l'Elettrotecnica" notaţiile şi schema generală de calcul. Spre deosebire însă de lucrarea citată care consideră efectul condensatoarelor-serie ca fiind acela de a mări capacitatea de transport a liniei pe care sînt montate, la căderi de tensiune neschimbate, în această lucrare s-a pornit dimpotrivă de la ideea că prin montarea de condensatoare-serie se îmbunătăţesc condiţiile de tensiune din reţeaua de distribuţie respectivă, la transportul unor puteri neschimbate pe linie. Această ultimă ipoteză de calcul pare a fi preferabilă, corespunzînd mai bine realităţilor. Într-adevăr, în reţelele de distribuţie de medie tensiune se ajunge frecvent la condiţii intolerabile de tensiune înainte de a se trece la măsuri de mărire a capacităţii de transport a reţelei. Prin montarea condensatoarelor rezultatul direct ce se obţine este deci ameliorarea tensiunilor şi numai consecutiv, în măsura în care acest prim obiectiv este atins, se mai pot spori şi puterile transportate.

Pornind de la această ipoteză au fost întocmite calculele şi diagramele originale din această lucrare.

Din studiul căderilor de tensiune pe linie se desprind concluziile următoare:

A. *Linie necompensată*

a) Căderea de tensiune pe linie creşte cu sarcina activă transportată la factor de putere constant, variaţia fiind practic liniară.

b) Căderea de tensiune este cu atît mai mare cu cît factorul de putere (inductiv) este mai scăzut.

c) Căderea de tensiune este mai mare în cazul liniilor cu raport mare între rezistenţa şi reactanţa liniei.

B. *Linie compensată cu condensatoare-serie*

a) La grad de compensare egal cu unitatea (reactanţa condensatorului egală cu reactanţa liniei), căderea de tensiune este practic independentă de factorul de putere.

b) La supracompensare (reactanţa condensatorului un multiplu al reactanţei liniei), căderea de tensiune este cu atît mai mică cu cît factorul de putere este mai coborît, această cădere variind în limite din ce în ce mai largi cu factorul de putere, pe măsura creşterii gradului de compensare.

c) Faţă de variaţia practic liniară a căderii de tensiune pe linie cu sarcină activă la linia necompensată, la linia compensată cu condensatoare-serie are loc o variaţie parabolică din ce în ce mai accentuată o dată cu creşterea gradului de compensare (cu creşterea sarcinii, căderea de tensiune scade mai întîi fiind subunitară după care creşte din ce în ce mai repede).

C. *Linie compensată cu condensatoare-derivaţie*

a) Căderea de tensiune pe linie creşte cu sarcina activă transportată la factor de putere constant, variaţia fiind practic liniară. Faţă de situaţia din cazul liniei necompensate, căderile de tensiune sînt însă mai mici, cu atît mai mult cu cît sarcina reactivă este compensată într-un procent mai mare.

b) Variaţia căderii de tensiune pe linie cu factorul de putere este din ce în ce mai mică pe măsură ce creşte compensarea pentru a deveni nulă cînd sarcina reactivă este total compensată prin condensatoare-derivaţie.

c) Căderea de tensiune este mai mare pentru factor de putere scăzut şi scade cu ameliorarea acestuia.

12.09. Ing. DANILA MARC: **Eficacitatea utilizării conductoarelor de protecţie la liniile de 110 şi 35 kV.**

621.316.9 :621.316.1

Protecţia cea mai eficace a liniilor electrice de înaltă tensiune se realizează prin folosirea conductoarelor de protecţie, cu un unghi de protecţie sub 30° şi cu prizele de punere la pămînt sub 10 ohmi.

În acest fel se reuşeşte să se reducă simţitor numărul de lovituri directe în conductoarele active şi să se micşoreze numărul de conturnări inverse.

Echiparea liniilor cu conductoare de protecţie duce în schimb la o scumpire simţitoare a liniilor. Din această cauză, o dată cu progresele realizate în domeniul automatizărilor şi întărirea sistemelor energetice s-a ridicat problema renunţării la conductoarele de protecţie la liniile de 35—110—220 kV. Discuţia în rîndul inginerilor din lumea întreagă nu este încă terminată. În U.R.S.S. la ultima conferinţă a reţeliştilor, ţinută la Rostov pe Don, s-au adus multe exemple

din exploatare care au confirmat buna funcţionare a liniilor de 154 kV fără conductoare de protecţie în cazul echipării lor cu reanclanşare automată rapidă.

Ing. Valcihina, şefa serviciului de protecţie împotriva supratensiunilor din Lenenergo, deşi adeptă a folosirii conductoarelor de protecţie, mi-a confirmat personal că liniile de 220 kV Svir-Leningrad, puse în funcţiune după război fără conductoare de producţie, însă echipate cu RAR, au funcţionat bine avînd ca record peste 200 de reanclanşări reuşite într-un sezon de furtuni. În S.U.A., Rorden şi Gens au arătat experienţa de 30 de ani a sistemului energetic din Boneville. Sistemul exploatează un număr mare de linii proiectate iniţial cu conductoare de protecţie, însă care s-au dat în exploatare fără echiparea cu conductoare de protecţie. După echiparea liniilor cu RAR rezultatele din exploatare au fost bune.

În Franţa s-a trecut la executarea majorităţii liniilor electrice de înaltă tensiune, fără conductoare de protecţie.

În Italia, ing. dr. Bagala ridică problema eliminării protecţiei chiar şi la staţii.

În lumina acestor discuţii am analizat situaţia protecţiei liniilor de 35 şi 110 kV de la noi din ţară,

Partea privitoare la liniile de 35 kV a fost executată de autor în colaborare cu ing. Manfred Stein din cadrul I.S.P.E.

Eficacitatea folosirii conductoarelor de protecţie s-a făcut pornind de la compararea efectelor folosirii conductoarelor de protecţie sau a reanclanşării automate la liniile de tipurile curent executate la noi în ţară.

O comparaţie pornind de la alte premize este greu de realizat. Este evident că dacă se foloseşte RAR pe liniile cu conductoare de protecţie, aceste linii vor avea un număr de declanşări mai mic decît liniile fără RAR. Însă întrucît folosirea conductoarelor de protecţie (cu unghiul corespunzător) duce la efecte mulţumitoare din punct de vedere al protecţiei împotriva supratensiunilor atmosferice am căutat să dovedim că acelaşi nivel de protecţie se poate obţine şi prin alte mijloace.

În vederea acestui scop s-a determinat numărul de deconectări specifice ale liniilor în ipoteza cu conductoare de protecţie şi fără conductoare de protecţie. Determinarea numărului specific de deconectări s-a făcut presupunînd un indice keraunic mediu de 20 (20 zile furtună pe an). Calculul s-a făcut pentru următoarele tipuri de linie: Linii de 35 kV pe stîlpi de lemn, tip portal cu consolă metalică izolată şi pusă la pămînt, linii de 35 kV pe stîlpi de beton cu şi fără conductoare de protecţie, linii de 110 kV simplu circuit pe stîlpi de beton armat precum şi linii de 110 kV dublu circuit pe stîlpi metalici.

Majoritatea defectelor pe liniile de 110 kV fiind monofazice, apare ca indicată folosirea reanclanşării automate, monofazice la aceste linii. Eficacitatea RAR monofazic pe baza datelor statistice din diferite ţări este de 95—100%.

Rezultă că luînd limita inferioară a eficacităţii funcţionării RAR, adică 95%, numărul de deconectări datorită supratensiunilor atmosferice scade de 20 ori. În acest caz, din punct de vedere al numărului de deconectări liniile fără conductoare de protecţie devin comparabile cu liniile cu conductoare de protecţie.

Liniile de 35 kV funcţionează cu nulul izolat sau compensat. De aceea apare ca indicată folosirea RAR trifazice întrucît defectele monofazice nu duc la deconectarea liniei. Eficacitatea RAR trifazice este pe baza datelor statistice de 90—95%, deci numărul de deconectări probabile trebuie micşorat de 10 ori.

Din analizarea efectelor economice pe baza devizelor elaborate de I. S. P. E. se constată că la tipurile de linii construite pînă în prezent, prin renunţarea la conductoare de protecţie se obţin economii.

Concluziile studiului pot fi concretizate în următoarele :

1. Liniile de 110 kV radiale sau cele care leagă centre importante, dar pentru care există posibilitatea alimentării şi pe alt circuit se pot executa fără conductoare de protecţie, cu condiţia montării reanclanşării automate de preferinţă monofazică la capete.

Porţiunea de linie de circa 1,5—2 km înaintea intrării în staţii trebuie protejată cu conductor de protecţie, pentru a micşora undele de supratensiune care apar în staţie datorită loviturilor de trăznet în linie.

2. Liniile de 35 kV de toate tipurile pot fi realizate fără conductoare de protecţie cu folosirea reanclanşării automate trifazice.

Porţiunile de 1,2—1,5 km înaintea intrării în staţii trebuie protejate cu conductoare de protecţie, din aceleaşi considerente ca mai sus.

3. Liniile de 110 kV de o importanţă deosebită precum şi liniile care merg paralel cu trasee importante de telecomunicaţii trebuie supuse unei analize tehnico-economice minuţioase înainte de a decide montarea sau nemontarea conductoarelor de protecţie.

În încheiere trebuie să menţionăm că practica a verificat justeţea celor analizate în studiul de faţă.

La noi în ţară o linie de 35 kV pe stîlpi de beton a fost executată fără conductoare de protecţie încă în 1954. Exploatarea ei a dat rezultate bune. În trei ani linia avînd circa 50 km lungime a avut în total patru declanşări. De asemenea două linii de 110 kV de mare importanţă avînd unghiul de protecţie al conductoarelor de protecţie necorespunzător (circa 60°) au fost echipate cu reanclanşare automată rapidă monofazică. Condiţiile de exploatare a liniei s-au îmbunătăţit considerabil micşorînd prin aceasta simţitor numărul de avarii din sistem.

Aceste date fac necesară reconsiderarea utilizării conductoarelor de protecţie pe liniile de înaltă tensiune ; la liniile care se vor realiza fără conductoare de protecţie se pot obţine ieftiniri apreciabile prin alegerea unor tipuri noi de stîlpi.

12.10. WALTHER FÖRSTER — Republica Democrată Germană : **Defectoscop cu raze infraroşii pentru linii aeriene.**

621.316.1.004.6

La liniile aeriene sarcina suplimentară prin polei şi chiciură provoacă o suprasolicitare mecanică a îmbinărilor presate defecte.

În ultimii ani s-a observat în Republica Democrată Germană că astfel de defecte au urmări neplăcute în exploatarea reţelelor, de aceea îmbinările defecte trebuie descoperite la timp. S-au creat multe metode de măsurare al căror scop este identificarea preventivă a îmbinărilor presate, nituite sau cu cleme, expuse deranjamentelor.

Metodele de măsurare cunoscute pînă acum se bazează pe măsurarea căderii de tensiune de-a lungul îmbinării, pe defectoscopia bazată pe topirea unor substanţe fuzibile (ca ceara etc.) şi chiar pe radiodefectoscopia. Toate aceste procedee sînt însă grevate de dezavantajul că aparatele de măsurat trebuie aduse la manşoanele sau clemele aflate sub tensiune, ceea ce comportă operaţii relativ greoaie.

În energetica Republicii Democrate Germane s-a creat o nouă metodă de măsurat pentru identificarea îmbinărilor defecte. Cu ajutorul acestei metode se pot verifica de la distanţă toate părţile cu vizibilitate directă ale liniei, pentru a controla dacă temperatura lor depăşeşte cea ambiantă şi cu cît anume. Aparatul este cunoscut sub denumirea de defectoscop cu raze infraroşii (pentru linii aeriene germane UR-Detektor sau Ultrarot-Detektor).

Cu toate că ideea de principiu este de fapt simplă, realizarea ei este legată de rezolvarea unei probleme delicate, un procedeu de măsurare de mare precizie.

Principiul de măsurare cu acest aparat se bazează pe radiaţia de raze infraroşii de la suprafaţa unui corp mai cald decît mediul ambiant. După cum ştim, razele infraroşii sînt unde electromagnetice cu o lungime de undă aproximativ de la 0,8 μ pînă la 300 μ. Razele infraroşii se propagă pînă întîlnesc în cale un obstacol oarecare, material.

Conform legii Stefan — Boltzmann radiaţia totală

$$S = \sigma \cdot T$$

unde S se substituie în W/cm², iar T în °K. Constanta σ are deci dimensiunea şi totodată definiţia W/cm² grade. Radiaţia emisă de un corp negru cuprinde un spectru larg; cu cît

temperatura corpului este mai ridicată, cu atît radiaţia emisă de el iese mai în evidenţă şi se deplasează către undele mai scurte. Corpurile radiante din practică diferă însă apreciabil de corpul radiant negru ideal şi se caracterizează printr-un coeficient de emisie de obicei mai mic decît unitatea şi variabil în funcţie de temperatură.

În exploatarea practică măsurarea radiaţiei infraroşii este influenţată de nesiguranţa la determinarea coeficientului de emisie general şi de prezenţa unei benzi de absorbţie datorite caracteristicilor aerului, în special umidităţii relative, distanţei şi lungimii de undă a radiaţiei. Acestea produc o slăbire a energiei care ajunge pînă la aparatul de măsurat. Cu ajutorul aparatului de măsurat descris temperatura suprafeţei poate fi determinată cu o precizie practic suficientă.

Bilanţul energetic al unui radiator este influenţat de pierderile prin conductibilitate termică şi prin convecţie, de coeficientul de emisie, de puterea disipată prin radiaţie, de energia solară recepţionată de corp direct sau indirect.

Pentru practică rezultă următoarele condiţii: un manşon de îmbinare a conductoarelor, din aluminiu, pentru secţiunea de 120 mm², oxidat şi puţin murdar, la o temperatură de 27° (adică 300° K) a corpului radiant, respectiv de 17°C (adică 290°K) a mediului ambiant, are o putere disipată prin radiaţie, de circa 0,6 W calculată pe baza legii Stefan-Boltzmann, cu neglijarea unghiului de măsurare a radiaţiei. Dacă radiaţiile se recepţionează la o distanţă de 30 m cu ajutorul unui sistem optic cu o oglindă concavă de 150 mm diametru, partea de energie radiată captată de aparat scade la $0{,}036 \times 10^{-6}$ W.

Această putere infimă se reduce însă şi mai mult, din cauza factorilor de pierderi susmenţionaţi. În receptorul de radiaţii nu mai dispunem decît de o putere utilă de $1{,}87 \times 10^{-7}$ W.

Această putere foarte mică poate fi percepută totuşi şi chiar măsurată cu ajutorul *unui termocuplu în vid*, un produs de mare precizie creat special în acest scop de uzinele Karl Zeiss Jena.

Tensiunea generată de acest termocuplu, sub acţiunea razelor infraroşii, este introdusă într-un amplificator de măsurare în trei etaje, cu alimentare de la baterie. Tensiunea de ieşire a amplificatorului se măsoară cu un aparat indicator cu bobină mobilă, etalonat în microamperi.

Trebuie să ţinem seama că radiaţiile infraroşii sînt influenţate de perturbaţii exterioare, de ex. schimbările spontane de temperatură, variaţia radiaţiilor de fond şi influenţele de durată, atît ale radiaţiei utile pentru măsurare, cît şi ale celei perturbatorii. Aceste influenţe exterioare se elimină prin dispozitive de compensare, prin întreruperea periodică a fluxului de raze.

Defectoscopul cu raze infraroşii poate măsura un interval de temperaturi de 0—120°C. El se compune din următoarele subansamble.

1. Sistemul optic cu sezisorul de radiaţie.
2. Amplificatorul de măsurare cu bateriile încorporate în el.
3. Aparatul indicator, un aparat cu bobină mobilă cu un domeniu de măsurare de 0—50 microamperi.

Vizarea precisă a obiectului de măsurat se face cu crucea de fir de păr montată în instrumentul de ochire.

Calculul numeric al rezultatelor măsurării se face cu ajutorul unei diagrame de etalonare.

Supraîncălzirea îmbinării defecte măsurate se determină din curenţii (exprimaţi în microamperi) citiţi pe aparat; aceşti curenţi se introduc în diagramă, corespunzător curbelor pentru diverse distanţe şi se obţine temperatura. După fiecare măsurare urmează deci calculul supraîncălzirii pe baza diagramei. La acest calcul coeficientul general al emisiei se evaluează din lipsă de posibilităţi mai exacte. În acest scop există de asemenea o tabelă cu caracteristicile de radiaţie ale materialelor. De exemplu în cazul aluminiului coeficientul variază între 0,04 şi 0,75, valorile mici caracterizînd aluminiul lucios iar cele mari cel oxidat şi în plus acoperit cu un strat gros de murdărie.

După cum vedeţi, o problemă dificilă de măsurare a fost practic rezolvată. Aparatul a fost brevetat în afară de R. D. Germană, în încă cinci ţări. Cheltuielile de procurare egalează aproximativ pe cele ale defectoscoapelor de cabluri subterane. Aparatul a fost destinat serviciului de control al liniilor electrice aeriene de curenţi tari, al instalaţiilor de distribuţie şi al tuturor organelor de maşini greu accesibile. Aparatul a fost construit de un colectiv al întreprinderii energetice regionale Erfurt (unde de altfel tovarăşul ing. Förster este director tehnic).

Acest colectiv, condus de ing. Gärtner, a colaborat cu uzinele Karl Zeiss, cunoscuta întreprindere de stat din Jena.

Este de sperat că acest aparat va contribui la prevenirea deranjamentelor în sistemele energetice.

13.01. Ing. DINU MARTAC: Variaţia puterii active şi reactive absorbite de motoarele asincrone cu rotorul bobinat în funcţie de tensiunea de alimentare.

621.3.015.1 :621.313.333

În studiul reţelelor electrice de curent alternativ este necesar a se cunoaşte felul cum variază puterile absorbite de un receptor electric în cazul variaţiei tensiunii ce alimentează aceste receptoare.

Considerînd tensiunea de alimentare sinusoidală, un receptor oarecare este perfect definit dacă se cunosc cele trei feluri de puteri absorbite de el şi anume puterea activă, reactivă şi deformantă exprimate ca funcţiuni de tensiune de alimentare.

Aceste trei funcţiuni:

$$P = F\ (U)$$
$$Q = G\ (U)$$
$$D = H\ (U)$$

poartă numele de *caracteristici statice* ale receptorului considerat.

Trebuie atrasă atenţia asupra faptului că aceste caracteristici statice reprezintă o succesiune de regimuri permanente de funcţionare şi nu dau o imagine asupra comportării acestor receptori în regimul tranzitoriu ce rezultă din variaţia bruscă a tensiunii de alimentare.

Din cele trei caracteristici arătate mai sus se poate deduce o a patra caracteristică şi anume curentul absorbit I ca funcţiune de tensiunea U

$$I = K\ (U)$$

care poartă numele de caracteristică *voltamperică*.

Receptoarele se pot împărţi în două categorii şi anume:

— *Receptoare deformante*, care fiind alimentate cu o tensiune sinusoidală absorb un curent nesinusoidal, deci la care puterea deformantă absorbită este diferită de zero. Exemplu de asemenea receptoare sînt inductanţele cu fier, arcul electric, redresoarele etc.

— *Receptoare nedeformante* care fiind alimentate cu o tensiune sinusoidală absorb un curent sinusoidal, deci la care puterea deformantă absorbită este nulă.

Receptoarele nedeformante se pot împărţi de asemenea în două categorii:

— Receptoare cu *caracteristică voltamperică lineară* la care raportul dintre valoarea eficace a tensiunii de alimentare şi valoarea eficace a curentului absorbit, adică impedanţa Z a receptorului nu depinde de tensiunea de alimentare. Din această categorie fac parte orice combinaţie de rezistenţe inductanţe şi capacităţi constante.

— Receptoare cu *caracteristică voltamperică neliniară* la care, deşi curentul absorbit este sinusoidal, impedanţa Z este o funcţiune de tensiune de alimentare.

Din această categorie de receptoare face parte şi motorul asincron în cazul cînd se neglijează efectul saturaţiei fierului motorului.

În lucrarea de faţă se va considera aşa dar motorul asincron ca un receptor nedeformant, dar cu caracteristică voltamperică neliniară.

Pentru rezolvarea unor probleme de reţele electrice nu este neapărată nevoie de cunoaşterea expresiei analitice a caracteristicilor statice, ci este suficientă cunoaşterea derivatelor $\frac{\partial P}{\partial U}$, $\frac{\partial Q}{\partial U}$ şi $\frac{\partial I}{\partial U}$ în jurul punctelor de funcţionare ale

receptoarelor. Aceste derivate constituie elemente importante pentru definirea receptoarelor şi pentru aprecierea comportării acestor receptoare în reţelele electrice.

Scopul lucrării de faţă este de a stabili expresiile analitice ale caracteristicilor statice şi voltamperice ale motorului asincron cu rotorul bobinat precum şi de a calcula derivatele $\frac{\partial P}{\partial U}$, $\frac{\partial Q}{\partial U}$ şi $\frac{\partial I}{\partial U}$ ale acestor caracteristici.

Într-adevăr, motorul asincron este unul din cele mai răspîndite receptoare în reţelele electrice.

Trebuie subliniat însă că motorul asincron singur nu constituie un receptor electric cu caracteristici bine definite.

Numai ansamblul format din motor şi mecanismul de antrenat formează un receptor bine definit la care se pot determina caracteristicile statice.

Motorul, considerat separat, fără legătura cu mecanismul antrenat, nu constituie decît un element de transmisie al puterii.

De aceea, acelaşi motor poate avea diferite caracteristici statice în funcţie de mecanism.

Scoaterea în evidenţă a variaţiei caracteristicilor statice ale unui acelaşi motor în funcţie de felul mecanismului constitue de asemenea un obiectiv al cercetării de faţă.

Se va arăta pe scurt cum s-a procedat în lucrarea de faţă pentru stabilirea expresiilor analitice ale caracteristicilor statice ale motorului asincron.

S-a pornit de la schema echivalentă a motorului asincron şi s-au stabilit expresiile puterilor active şi reactive absorbite în funcţie de tensiunea de alimentare şi de alunecare a motorului s.

Din egalarea cuplului activ al motorului cu cuplul rezistent al mecanismului antrenat rezultă o a treia ecuaţie care reprezintă o legătură între tensiunea de alimentare şi alunecarea s.

Aceste trei ecuaţii permit exprimarea analitică sub forma parametrică a caracteristicilor statice ale motorului asincron. Parametrul în funcţie de care sînt exprimate mărimile P, Q şi U este alunecarea s a motorului. Reprezentarea sub această formă parametrică a ecuaţiilor are avantajul că ne dă o indicaţie asupra vitezei motorului.

Pentru cuplul rezistent al mecanismului antrenat s-a luat în considerare expresia.

$$M(s) = M(1) + [M(0) - M(1)]\,(1 - s)^k$$

Pentru coeficientul K s-au luat în considerare trei valori şi anume:

$K = 0$ mecanism cu cuplul independent de viteză;
$K = 1$ mecanism cu cuplul funcţie lineară de viteză;
$K = 2$ mecanism cu cuplul funcţie pătratică de viteză.

De asemenea în ecuaţiile stabilite mai intervin doi parametri şi anume un prim coeficient

$$\alpha = \frac{Mr\,(Sn)}{Man}$$

care este raportul dintre cuplul rezistent de alunecare nominală şi cuplul activ nominal al motorului. El ne dă o indicaţie asupra gradului de încărcare al motorului ($\alpha = 1$ înseamnă un motor încărcat la plin, şi $\alpha = 0{,}5$ înseamnă un motor încărcat la jumătate din capacitatea lui). Un al doilea coeficient este β, definit prin expresia:

$$1 - \beta = \frac{Mr\,(1)}{Mr\,(0)}$$

(raportul între cuplul rezistent la pornire şi cuplul rezistent la viteza de sincronism).

Caracteristicile statice ale motorului asincron sînt exprimate în lucrare în funcţie de aceşti doi parametrii. Se dă, de asemenea, un exemplu numeric, calculat pentru un motor indigen.

13.02. Ing. ION HUHULEA: **Studiul posibilităţilor de utilizare a tensiunii de 1 000 V în reţelele de distribuţie de joasă tensiune.**

621.316.13/15

În referat se arată posibilităţile de utilizare şi avantajele pe care le prezintă tensiunea de 1 000 V în reţelele şantierelor răspîndite pe suprafeţe întinse; pentru evidenţierea avantajelor, s-a făcut o comparaţie tehnico-economică între instalaţiile de 1 000 V şi cele de 500 V, ambele folosite pe scară largă în şantierele petrolifere.

Se arată astfel că transformatoarele şi motoarele asincrone pot fi construite pentru ambele tensiuni; trecerea de la o tensiune la alta făcîndu-se numai prin legarea în serie sau în paralel a bobinelor componente şi că reductoarele de curent, cablurile armate în cămaşă de plumb, materialele de instalaţie (cu excepţia conductoarelor izolate în vînă de cauciuc), separatoarele aeriene în ulei, stîlpii, izolatoarele şi chiar întreruptoarele pentru instalaţiile importante etc. sînt aceleaşi la 500 V şi la 1 000 V, deci din aceste puncte de vedere costul este acelaşi la 500 V ca şi la 1 000 V. În plus, prin folosirea tensiunii de 1 000 V, secţiunile conductoarelor se pot reduce teoretic la un sfert faţă de cazul folosirii tensiunii de 500 V, dar, practic, din cauza unor anumite secţiuni minime obligatorii precum şi a variaţiei în trepte a secţiunilor standardizate şi a considerării densităţii de curent la liniile scurte, economia de material neferos este de numai 33—75%.

În schimb, la instalaţiile de măsurare, în cazul tensiunii de 1 000 V apare necesitatea faţă de tensiunea de 500 V a prevederii a cîte două reductoare de tensiune; de asemenea, la instalaţiile de importanţă mai redusă la care în cazul tensiunii de 500 V se folosesc întreruptoare de 500 V, la 1 000 V trebuie folosite întreruptoare de 1 000 V care sînt de circa 4 ori mai scumpe decît cele de 500 V.

În referat, s-a stabilit relaţia de proporţionalitate inversă dintre numărul de posturi de transformare, tensiunea de distribuţie şi relaţia, de asemenea de proporţionalitate inversă dintre greutatea conductoarelor din liniile de distribuţie şi pătratul numărului de posturi de transformare. În continuare s-a stabilit formula preţului posturilor şi liniilor şi s-a dedus grafic numărul optim de posturi şi costul instalaţiilor, pe de o parte, în cazul cînd se foloseşte tensiunea de 500 V şi pe de altă parte în cazul folosirii tensiunii de 1 000 V, rezultînd avantajele economice ale utilizării acestuia din urmă.

La instalaţiile de utilizare de asemenea se realizează economii, la conductoarele de alimentare dacă lungimea acestora este mai mare de 15 m, cazul normal în şantierele petrolifere şi, de obicei, în orice şantier de o oarecare întindere.

Autorul studiază apoi problema cuplului de pornire la unităţile de extracţie a ţiţeiului prin pompaj (în care lungimile liniilor de alimentare au, în mod obişnuit, 200–2 000 m) stabilind formula cuplului în funcţie de impedanţa motorului la pornire şi de impedanţa liniei, rezultînd, din curbele trasate pentru cazuri concrete, că prin folosirea tensiunii de 1 000 V se pot realiza cuplurile de pornire necesare cu motoare de putere nominală de numai 10—60% din puterile nominale necesare în cazul tensiunii de 500 V, ceea ce ieftineşte considerabil instalaţia şi, în acelaşi timp, îmbunătăţeşte simţitor indicii energetici.

Se mai arată, în continuare, că reanclanşarea automată a liniilor principale pentru pornirea în grup a motoarelor se realizează mai uşor la 1 000 V deoarece impedanţa motoarelor la pornire este de patru ori mai mare ca la motoarele de 500 V.

Ţinînd seama de avantajele tensionării de 1 000 V comparativ cu cea de 500 V, autorul propune standardizarea tensiunii de 1 000 V în locul celei de 500 V.

13.03. Ing. S. DULBERG: **Stabilirea puterilor reale ale consumatorilor de energie electrică.**

621.311.152

Stabilirea puterilor reale ale consumatorilor de energie electrică este o problemă energetică importantă, deoarece slujeşte la dimensionarea instalaţiilor electrice.

La noi, pînă în prezent, nu s-a reuşit încă să se alcătuiască date sistematizate, din care să se poată trage concluzii pentru evaluarea puterilor.

Autorul, în lucrarea prezentată, arată o serie de metode ce pot fi folosite pentru determinarea puterilor în instalaţiile de iluminat şi forţă, cu aprecieri asupra metodelor care dau cele mai bune rezultate (metoda coeficientului de cerere, metoda factorului de folosinţă, sau metoda binomului).

Lucrarea conține numeroase tabele cu coeficienți ce servesc la calculul puterilor. Ținînd însă seama de condițiile de la noi din țară, diferite de cele din Uniunea Sovietică (progres tehnic, automatizarea utilajului, vechimea utilajului, tehnicitatea muncitorilor, condiții de lucru etc.), puterea ce rezultă pe baza indicilor din tabelele sovietice — după părerea autorului — trebuie diminuată cu circa 20% pentru puterea activă și mărită cu circa 20% pentru puterea reactivă.

13.04. Ing. HRISTODOR NACU: **Amplidine în sistemele de acționare ale mașinilor de hîrtie.**

621.313.33 : 676

Față de condițiile ce se cer acționării electrice a mașinilor de hîrtie (variația vitezei generale a mașinii în limite largi — 1:5, viteza să fie independentă de variația frecvenței și tensiunii rețelei de alimentare, menținerea unui raport constant între vitezele electromotoarelor care acționează diversele secții ale mașinii ținînd seama de alungirea pe care pînza de hîrtie o suferă pe mașină), modul cum folosirea în acționare a amplidinei datorită factorului său de amplificare mare și constantei sale de timp reduse, constituie un progres în automatizarea acționării.

Se descriu apoi modul de funcționare și schema principală aplicată la două mașini de hîrtie din țara noastră, schema elaborată de trustul sovietic de proiectare Electroprivod, în care amplidina joacă un dublu rol: de generator al unui grup Leonard și de regulator.

În continuare, se descrie apoi folosirea amplidinei cu același dublu rol arătat mai sus, în acționarea unui calandru în operația de satinare a hîrtiei, acționare în care se cere să se realizeze o viteză constantă, cu aceeași întindere a hîrtiei, independentă de diametrul tamburului pe care se înfășoară hîrtia; tamburul este acționat de un motor alimentat de amplidină în calitatea sa de generator al unui grup Leonard.

13.05. Ing. EMIL IONESCU și Ing. MIHAIL GRANICEANU: **Studiul condițiilor de funcționare a unui cuptor electric cu arc de 25 t racordat la sistemul electric regional.**

621.365.2

I. Trăsătura caracteristică a dezvoltării metalurgiei moderne este trecerea de la oțelurile carbon obișnuite, la cele aliate, care au caracteristici mecanice superioare și posedă proprietăți fizice importante. Agregatul metalurgic pentru elaborarea oțelurilor de calitate superioară și feroaliaje este cuptorul electric cu arc. Primul cuptor electric de o capacitate mai mare a fost pus în funcțiune în 1909 cu o putere instalată de 2 000 kVA; azi, capacitatea cuptoarelor curente atinge 45 t de agregat, cu puteri instalate de 16—20 MVA.

La noi în țară anul acesta au fost puse în funcțiune primele două cuptoare electrice cu arc de cîte 20 t capacitate, iar altele sînt în curs de instalare. Funcționarea acestor cuptoare electrice racordate prin transformatoare bloc de 8 000 kVA la sistemul electric regional au ridicat o serie de probleme care au fost rezolvate și pe care le prezentăm în expunerea de față. În primul rînd ne ocupăm cu determinarea regimului electric optim de funcționare al cuptorului electric cu arc. Această determinare s-a făcut pe o cale nouă grafico-analitică, prezentînd avantaje asupra metodelor experimentale de determinare ce sînt dificile și laborioase.

În timpul elaborării unei șarje de oțel cantitatea de căldură necesară, dată de arcul electric, variază cu diversele perioade ale procesului tehnologic. În funcție de această cerință de a scădea treptat cantitatea de căldură, trebuie variată puterea absorbită de arcul electric. Aceasta se realizează prin micșorarea curentului de către instalația de reglare automată a cuptorului. Transformatoarele cuptoarelor, au o importantă particularitate față de transformatoarele obișnuite de forță și anume prezența mai multor trepte de tensiune secundară. Problema rezolvată în această lucrare constă în determinarea prizei de tensiune optimă în decursul procesului tehnologic la un cuptor electric cu arc de 25 t. Această determinare s-a făcut pe baza caracteristicilor electrice de funcționare ale cuptorului trasate pentru fiecare priză de tensiune în parte. Trasarea caracteristicilor electrice s-a făcut cu ajutorul diagramei cercului, întocmită pentru o fază a circuitului cuptorului.

Construcția diagramei cercului pe baza datelor circuitului cuptorului este arătată în lucrare. După cum s-a arătat în lucrare, cu ajutorul diagramei cercului se poate determina pentru orice valoare a rezistenței arcului atît puterea utilă absorbită de arc reprezentată prin segmentele Cm, puterea pierdută în rezistențele și reactanțele circuitului reprezentate prin segmentele mn, cît și cos φ reprezentat prin unghiul făcut față de verticală a segmentului impedanței.

Pentru fiecare priză de tensiune avem cîte o caracteristică. Aceste caracteristici reprezintă variația puterii arcului, a randamentului și factorului de putere funcție de curentul secundar al transformatorului. La începutul șarjei în perioada de topire fiind necesară o putere mare în arcul electric se lucrează pe treapta cea mai ridicată a prizei de tensiune. Deoarece puterea utilă în decursul procesului de topire scade treptat, priza de tensiune la transformator este comutată, micșorînd tensiunea de alimentare a cuptorului și funcționarea cuptorului trece pe o nouă caracteristică corespunzătoare acestei prize de tensiune. Puterea utilă necesară cuptorului scăzînd se trece pe priza de tensiune următoare și funcționarea cuptorului poate continua avînd în mod permanent cos φ și randamentul electric optim. În felul acesta cantitatea de energie consumată în timpul unei șarje de oțel este minimă. De asemenea, factorul de putere se menține continuu la valori ridicate, prin aceasta micșorînd consumul de energie reactivă. Respectarea cu strictețe a tensiunii optime de alimentare și a mărimii curentului de reglaj prezintă avantajele unei scurtări a timpului de elaborare a unei șarje, prin aceasta mărind productivitatea cuptorului.

O critică care se poate aduce acestei predeterminări pe cale analitică este că aprioric nu se poate cunoaște cu exactitate valoarea rezistenței și reactanței circuitului de alimentare al cuptorului electric. Corecțiunile aduse curbelor inițiale prin determinările făcute la punerea cuptoarelor în funcțiune nu modifică în mod practic rezultatele obținute analitic.

II. Funcționarea cuptoarelor electrice cu arc este strîns legată de problema unei funcționări în bune condiții a sistemului electric care-l alimentează cu energie electrică. În acest scop, am luat ca exemplu cazul general întîlnit în combinatele siderurgice. Am considerat cuptorul electric alimentat din barele 6 kV ale unei stații electrice interconectate cu sistemul regional de 110 kV și cu o centrală proprie a combinatului. Ținînd seama că în regimul de topire al cuptorului sistemul electric va suporta șocuri importante de natură ai periclita stabilitatea, am aplicat metoda indicată de ing. Paul Dimo a consumatorului unic echivalent, pentru a aprecia condițiile de stabilitate ale sistemului.

Sistemul este legat de barele de alimentare ale cuptorului printr-o reactanță X_2, iar centrala proprie printr-o reactanță X_1. Consumatorii electrici, exclusiv cuptorul electric, reduși la bara 6 kV de referință reprezintă o putere activă P_1 MW și putere reactivă Q_1 MVAR. În această situație determinînd diagrama de funcționare a sistemului, aplicînd metoda Dimo, s-a constatat că sistemul este stabil. Prin introducerea unei sarcini bruște de energie activă și reactivă datorită cuplării cuptorului la sistem, sarcina activă a crescut la valoarea P_2, iar cea reactivă la valoarea Q_2. Noua stare s-a reprezentat pe aceeași diagramă de funcționare constatîndu-se menținerea stabilității sistemului cu condiția ca centrala proprie a combinatului să nu fie încărcată înainte de producerea șocului cu o putere activă mai mare de 85% din puterea sa nominală și să funcționeze la un cos φ destul de ridicat pentru a putea prelua șocul reactiv. Cu ajutorul diagramei de funcționare a sistemului se poate, de asemenea, determina variația de tensiune produsă de șocul cuptorului. Datele obținute pe această cale au fost confirmate printr-un calcul analitic al variației de tensiune produse de șocul cuptorului. În referat s-a demonstrat că variația de tensiune datorită șocului cuptorului este cu atît mai mică cu cît puterea de scurtcircuit a barelor de alimentare este mai mare și cu cît puterea de scurtcircuit din spatele reactanței cuptorului este mai mică.

În concluzie, prezenta lucrare a căutat să evidenţieze necesitatea imperioasă ca marile cuptoare electrice cu arc ce sînt utilizate pentru prima dată în ţară la noi să funcţioneze conform unor grafice predeterminate pe cale ştiinţifică şi corectate ulterior pe baza experienţei căpătate în exploatare. Tot de aici rezultă că schimbarea prizelor transformatorului la momentul potrivit are o importanţă fundamentală la buna utilizare a producţiei de oţel obţinute prin cuptor.

În ce priveşte comportarea marilor cuptoare asupra sistemului energetic de alimentare trebuie studiată cu grijă influenţa acestor şocuri, în special, asupra stabilităţii generatoarelor electrice din apropierea lor pentru a preîntîmpina eventualitatea în cazul în care sistemul nu ar putea prelua mare parte din şocul dat de cuptor.

În ceea ce priveşte căderile de tensiune provocate de şocurile cuptoarelor, ele pot fi limitate graţie obţinerii unor puteri de scurtcircuit pe barele de alimentare cît mai mari. Este de la sine înţeles că vor trebui evitate suprapunerile şocurilor a mai multor cuptoare electrice, lucru care se poate obţine uşor printr-o decalare judicioasă a ciclurilor de funcţionare.

13.06. Ing. ŞTEFAN FELDMAN: **Fenomene tranzitorii la reanclanşarea automată a motoarelor asincrone.**

621.3.06: 621.313.333

În referat, se prezintă fenomenele tranzitorii ce apar la reanclanşarea automată a motoarelor asincrone, în mod special sub aspectul folosirii acestei metode în scopul asigurării unei continuităţi sigure a serviciilor interne în centralele şi staţiile electrice.

Aspectul teoretic al problemei se rezolvă cu ajutorul calculului operaţional pentru cazul general al variaţiei instantanee a tensiunii la bornele motoarelor sincrone. Se demonstrează prin aceste calcule că atît la scurtcircuitul trifazic, sau bifazic, produs la bornele unui motor în gol sau în sarcină cît şi la conectarea la reţea a unui motor care se găseşte în turaţie, dar fără a avea bobinajul parcurs de curent, curentul maximal de şoc va fi 5—10 ori curentul nominal, acesta fiind cu ceva mai mare ca şocul de curent de la conectarea motorului din stare staţionară.

Rezultatele obţinute prin calcul sînt ilustrate şi interpretate prin oscilograme prezentînd diferite ipoteze de funcţionare. Astfel se prezintă :

— oscilograme ale conectării motorului la reţea, avînd în prealabil turaţiile 0; 1/4; 1/2; 3/4; 4/4 din turaţia nominală;

— oscilogramele de variaţie a tensiunii la bornele unui motor după deconectarea lui de la sursă funcţionînd în prealabil în gol sau în sarcină ;

— oscilograme de variaţie a mărimilor caracteristice la declanşarea unor grupe de motoare ;

— oscilograme care arată variaţia mărimilor caracteristice la declanşarea unor grupe de motoare ;

— oscilograme care arată variaţia mărimilor caracteristice la reanclanşarea unui motor respectiv a unui grup de motoare.

Din diferitele ipoteze de funcţionare a motoarelor individuale sau a grupelor de motoare se scoate concluzia generală referitoare la intervalul de timp necesar de realizat pentru o reanclanşare reuşită.

În încheiere, se arată extinderea largă ce a obţinut la noi în ţară anclanşarea automată a rezervei.

13.07. Ing. I. HUHULEA: **Dispozitive pentru avansarea automată a sapei şi propuneri pentru îmbunătăţirea funcţională a instalaţiilor de foraj cu masa rotativă şi cu turbină.**

Atît dispozitivul pentru avansarea automată a sapei cît şi îmbunătăţirea funcţională a instalaţiilor de foraj, propuse în referatul de faţă, se bazează pe utilaj nou, denumit cuplaj electromagnetic cu alunecare.

Cuplajul electromagnetic cu alunecare se compune din două părţi care se rotesc coaxial cu viteze diferite şi fără nici o frecare între ele, deoarece sînt prevăzute cu un întrefer întocmit ca motoarele electrice.

Una din părţi fiind acţionată de motorul primar, antrenează pe cealaltă parte, care, la rîndul ei, acţionează instalaţia de foraj.

Una din aceste părţi este construită sub forma unui inductor homopolar, cu o singură bobină de excitaţie, iar cealaltă parte care constituie indusul are forma unui cilindru şi nu poartă nici o înfăşurare.

Inductorul homopolar fiind excitat cu curent continuu sau redresat produce un flux ondulant care dă naştere la curenţi turbionari în indus atunci cînd există o diferenţă de viteză între inductor şi indus. Cuplul se datoreşte acţiunii cîmpului magnetic asupra curenţilor turbionari (curenţilor Foucault) şi pentru un curent de excitaţie constant, cuplul creşte pe măsură ce se măreşte alunecarea dintre inductor şi indus.

Este indiferent care parte este acţionată de motor sau care parte antrenează instalaţia şi de asemenea, este indiferent dacă inductorul se roteşte în interiorul sau în exteriorul indusului.

Prototipul pe care l-am realizat are un inductor homopolar cu diametrul de 300 mm cu 16 poli, fiecare pol avînd o secţiune de 25×22 mm. Acest inductor se roteşte în interiorul indusului care este constituit dintr-un simplu cilindru de oţel cu diametrul exterior de 360 mm.

Motoarele pot fi de tipul cu rotorul în scurtcircuit cu două viteze la puterea constantă, cu aparat de pornire stea triunghi sau cu autotransformator.

O astfel de instalaţie va fi mai mică ca gabarit şi ca greutate şi în acelaşi timp va fi mult mai ieftină, mai robustă şi mai elastică decît toate instalaţiile electrice de foraj aflate în funcţiune.

Pentru aceste motive, consider că cuplajul electromagnetic cu alunecare constituie un bun mijloc pentru îmbunătăţirea funcţională a instalaţiilor de foraj existente sau care vor fi proiectate atît cu motoare electrice cît şi cu motoare termice.

De asemenea, cuplajul electromagnetic cu alunecare deschide alte căi pentru automatizarea forajului mai fructuoase poate decît cele folosite pînă în prezent.

Pentru menţinerea constantă a presiunii specifice pe talpă, stabilită în funcţie de tăria rocilor, de adîncimea sondei, de diametrul sapei, de prăjinile de foraj şi de viteza de avansare se utilizează dispozitive pentru automatizarea avansării sapei.

În U.R.S.S. se foloseşte din ce în ce mai mult regulatorul de foraj pentru avansarea automată a sapei, denumit B.A.R.-150 descris pe larg de către B. N. Skolnikov şi I. I. Sud în Buletinul Energetic nr. 7 din iulie 1954, care este identic cu automatul electrodiferenţial Ostrovschi Ratman.

Dispozitivul denumit Hild-drive se deosebeşte de automatul B.A.R.-150 prin faptul că diferenţialul este acţionat de două motoare asincrone cu inele, prevăzute cu rezistenţe pentru reglarea vitezei. Unul din motoare, de o putere mai mică, acţionează diferenţialul în sensul ridicării garniturii şi viteza lui rămîne aproape constantă. Celălalt motor de o putere mai mare acţionează diferenţialul în sensul coborîrii garniturii şi acţionează în acelaşi timp şi masa rotativă.

Plecînd de la acest principiu, însă folosind alte utilaje am elaborat un dispozitiv original compus dintr-un motor asincron cu rotorul în scurtcircuit de construcţie normală care acţionează un diferenţial prin intermediul unui angrenaj cu 3 roţi dinţate şi cu două cuplaje electromagnetice cu alunecare.

Cele două cuplaje ne oferă o familie de caracteristici mecanice care ne permit alegerea celui mai potrivit punct de funcţionare a dispozitivului automat corespunzător unui anumit regim de lucru.

Dispozitivul automat poate fi realizat în altă variantă mai simplă, adică cu un singur motor asincron şi cu un singur cuplaj electromagnetic cu alunecare, însă acest dispozitiv va fi mai puţin sensibil.

În cazul cînd motoarele Diesel de la instalaţiile de foraj existente, ar fi prevăzute cu cuplaj electromagnetic cu alunecare, în scopul de a îmbunătăţi funcţionarea acestor motoare, cuplajul ar putea servi şi ca demaror-volant.

Dispozitivul automat pentru forajul cu masa rotativă aşa cum a fost descris mai sus, poate fi folosit şi în cazul fora-

jului cu turbină, însă, în acest caz atît motorul cît şi cele două cuplaje vor fi de puteri mult mai mici.

Pentru a aplica la instalaţiile de foraj cu turbină acest dispozitiv automat, se cere ca garnitura de foraj să fie suspendată la fel ca şi în cazul forajului cu masa rotativă, pentru ca garnitura împreună cu turbina să fie rotite cu ajutorul masei cu o viteză foarte mică de circa 10 rot/min, în sensul de rotaţie al turbinei.

În vederea aplicării reglării automate a avansării sapei şi a îmbunătăţirii funcţionale a instalaţiilor de foraj cu turbină am propus o instalaţie în care dispozitivul automat se compune tot dintr-un diferenţial acţionat de două motoare electrice şi două cuplaje cu alunecare.

Cu ajutorul acestui dispozitiv automat, se poate controla prin aparate simple montate la suprafaţă, viteza de rotaţie a turbinei în timpul funcţionării ei în interiorul sondei.

În vederea îmbunătăţirii funcţionale a instalaţiilor de foraj cu turbină am propus ca cele două motoare de la pompe să fie prevăzute cu un cuplaj electro-magnetic cu alunecare construit sub forma unei şaibe pentru curele trapezoidale şi să fie folosite şi pentru acţionarea granicului.

Motorul va funcţiona tot timpul cu viteza lui normală iar variaţia de viteză la pompă se va obţine prin variaţia de viteză a cuplajului prin simpla variaţie a curentului de excitaţie.

Pentru ameliorarea factorului de putere, motoarele asincrone existente vor fi sincronizate. Atît timp cît vor acţiona pompele, aceste motoare vor funcţiona ca motoare asincrone sincronizate iar în momentul cînd vor acţiona troliul, ele vor funcţiona ca motoare asincrone. Cuplarea şi decuplarea se vor face prin comandă de la distanţă.

13.08. Prof. Ing. CORNEL PENESCU: **Efectul variaţiilor de tensiune şi frecvenţă asupra regimului de funcţionare al consumatorilor.**

621.3.015.1 :621.3.018.4 :621.311.152

Variaţiile de tensiune şi frecvenţă pot modifica, în limite foarte mari, regimul de funcţionare al consumatorilor. Modificările sînt determinate atît de faptul că puterile active şi reactive cerute se schimbă cît şi de alterările calitative pe care le suferă producţia livrată de aceşti consumatori.

În referatul prezentat nu se analizează alterările calitative pe care le suferă producţia ci numai modificările regimului de funcţionare al consumatorilor.

Se stabilesc mai întîi valorile *„coeficienţilor de reglaj ai puterilor active şi reactive"*; aceştia sînt definiţi de relaţiile :

$$k_{pT} = \frac{\frac{\Delta P}{Pn}}{\frac{\Delta U}{U_n}} = \frac{\Delta P_*}{\Delta U_*} \qquad \text{pentru } \Delta f = 0$$

$$k_{QT} = \frac{\frac{\Delta Q}{Qu}}{\frac{\Delta U}{U_n}} = \frac{\Delta Q_*}{\Delta U_*} \qquad \text{pentru } \Delta f = 0$$

$$k_{pf} = \frac{\frac{\Delta P}{Pn}}{\frac{\Delta f}{f_n}} = \frac{\Delta P_*}{\Delta f_*} \qquad \text{pentru } \Delta U = 0$$

$$k_{Qf} = \frac{\frac{\Delta Q}{Qu}}{\frac{\Delta f}{f_n}} = \frac{\Delta Q_*}{Qf_*} \qquad \text{pentru } \Delta U = 0$$

Aceşti coeficienţi, calculaţi analitic şi verificaţi practic sînt daţi de relaţiile :

Coeficientul k_{pT}

a) Motoare asincrone

$$k_{pT} = \frac{2ps_n}{1 + ps_n}$$

unde p este gradul parabolei caracteristicii mecanice a sarcinii, iar s_n este alunecarea nominală. Pentru $s_n = 2\%$ şi $p = 3$ rezultă :

$$k_{pT} \approx 0{,}12.$$

b) Motoare sincrone

$$k_{pT} = 0,$$

c) Motoare serie

$$k_{pT} = 2\,\frac{p+1}{p+2},$$

adică pentru $p = 3$

$$k_{pT} \approx 1{,}6.$$

d) Lămpi cu incandescenţă

$$k_{pT} = 2 - b,$$

unde b este gradul caracteristicii de variaţie a rezistenţei funcţie de tensiune; pentru $b = 0{,}5$:

$$k_{pT} \approx 1{,}6.$$

e) Lămpi fluorescente

$$k_{pT} = \frac{1}{1 - \frac{U^2_{tub}}{U^2}}$$

la $U_{tub}/U \approx 0{,}6$ rezultă

$$k_{pT} \approx 1{,}65.$$

Coeficientul k_{pT}

În general $k_{QT} \approx 2.$

Coeficientul k_{pf}

$$k_{pf} = 2.$$

Coeficientul k_{Qf}

$$k_{Qf} = -1.$$

Se analizează apoi comportarea consumatorilor din punctul de vedere al uzurii, al eficacităţii etc.

Astfel, la motoarele asincrone uzura este dată de relaţia :

$$\Delta U_* = e^{bq\,(I_*^2 - 1)} - 1$$

în cazul funcţionării continue. La variaţii de tensiune şi la o sarcină cu $p = 0$, uzura creşte foarte rapid cu scăderea de tensiune (la o scădere de tensiune de 10%, $\Delta U_* \approx 1{,}8$, dacă motorul este încărcat la primă sarcină).

La motoarele sincrone uzura în funcţie de tensiune este mult mai rapidă (de pildă la o scădere de tensiune de 10%, motorul fiind încărcat la plină sarcină, $\Delta U_* \approx 2{,}3$).

De remarcat comportarea lămpilor cu incandescenţă : la acestea se fac simţite numai variaţiile de tensiune. Astfel, variază raportul dintre radiaţiile roşii şi cele albastre după relaţia :

$$\Delta a_* = e^{\frac{1{,}11 \cdot 10^4}{T_n}} \left[\frac{1}{(\Delta U_* + 1)^2} - 1 \right] - 1$$

ceea ce arată că la o scădere de tensiune de 10%, de pildă, $\Delta a_* \approx 3$. Totodată randamentul acestor lămpi variind cu tensiunea rezultă o variaţie a puterii absorbite pentru acelaşi flux luminos ; variaţia puterii este dată de relaţia :

$$\Delta P_* = \frac{1}{(\Delta U_* + 1)^2} - 1$$

care arată că la o scădere de tensiune de 10%, de pildă, $\Delta P_* \approx 0{,}24$.

În afară de cele arătate mai sus se mai analizează teoretic şi alte aspecte ale influenţei variaţiilor de tensiune şi frecvenţă asupra consumatorului.

Din examinările teoretice făcute în referatul prezentat se pot trage concluzii asupra importanţei deosebit de mari pe care o au variaţiile de tensiune şi frecvenţă asupra consumatorilor.

Aceste variaţii se traduc prin :

— o creştere a uzurii utilajelor electrice ;

— o scădere a randamentului (eficacităţii) ;

— o scădere a calităţii luminii produse de becurile cu incandescenţă ;

— o scădere a turaţiei motoarelor.

Prin aceste influenţe se poate constata că variaţiile de tensiune şi frecvenţă conduc şi la deficienţe serioase asupra calităţii producţiei livrate.

13.09. Ing. J. GAYRAUD : **Posibilităţi de introducere pe scară largă a reanclanşării automate şi autopornirii motoarelor electrice în reţelele de distribuţie ce alimentează şantierele petroliere.**

621.316.13

Referatul tratează o problemă din capitolul ce se intitulează în mod obişnuit „Introducerea tehnicii noi", problemă ce interesează toate sectoarele industriale care folosesc acţionări electrice.

Orientarea referatului spre condiţiile specifice din industria de petrol derivă atît din interesul deosebit pe care îl prezintă problema tratată pentru acest sector industrial, cît şi din faptul că situaţia specifică din şantierele petrolifere reprezintă cazul cel mai complex de aplicare a problemei tratate.

Concluziile referatului pot fi folosite în toate sectoarele industriale, adaptarea lor la condiţiile particulare ale oricărui alt caz neprezentînd nici o dificultate.

*

În sistemul actual de exploatare, motoarele de acţionare, fiind prevăzute cu relee de tensiune minimă, netemporizate, autodeconectează la toate întreruperile de tensiune, chiar la cele de foarte scurtă durată, ca şi la toate scăderile de tensiune ce depăşesc 35% şi, uneori, chiar la căderi de tensiune mai mici, începînd de la 10%, din cauza incorectei funcţionări a bobinelor de tensiune.

Analiza statică arată că, în reţelele ce deservesc şantierele petrolifere, fiecare motor autodeconectează în medie de 55 ori pe an, că întreg sistemul electroenergetic petrolifer este întrerupt din cauza autodeconectărilor circa 13 ore pe an, că durata medie a întreruperilor din această categorie este de circa 15 minute şi că energia neconsumată din această cauză este de circa 800 000 kWh anual.

Repunerea în funcţiune a instalaţiilor în urma acestei autodeconectări este o operaţie laborioasă, care necesită circa 385 000 manevre manuale în fiecare an.

Pierderea de producţie este şi ea importantă şi poate fi apreciată într-o evaluare foarte aproximativă la 20 000 tone ţiţei anual.

*

Aceste neajunsuri sînt urmarea directă a sistemului actual de exploatare, în ce priveşte protecţia motoarelor şi reţelelor electrice. Tehnica modernă a dovedit că instalaţiile pot fi supuse, fără a fi periclitate, la eforturi mai mari decît cele socotite în trecut ca periculoase, pentru a se obţine avantaje importante în exploatarea utilajelor.

Pe această linie, introducerea autopornirii şi reanclanşării automate a motoarelor poate fi folosită cu succes.

Caracteristicile reţelelor din industria petroliferă sînt : receptoarele sînt alimentate prin linii relativ lungi cu tensiunea de 0,50 kV, 1 kV, sau — mai rar — 6 kV, racordate la posturi de transformare de 560, 420, 240 kVA sau — mai rar — 160 kVA, cu tensiunea primară de 25 sau 6 kV.

Motoarele folosite sînt cele de puteri variind de la 7 la 130 kVA, cu viteza de rotaţie de 750 rot/min sau — mai rar — 500, 1 000 sau 1 500 rot/min, avînd un cuplu maxim de 1,8—2,5 Mu şi un cuplu de pornire de 1,5 Mu.

Mecanismele folosite sînt de trei feluri :

— mecanism cu cuplu constant;

— mecanism cu cuplu variabil de tip centrifugal;

— mecanisme cu cuplu indiferent de turaţie, dar variabil în timp, de tipul bielă-manivelă.

*

Elementul care limitează aplicarea autoaprinderii şi reanclanşării automate a motoarelor este căderea de tensiune ce se produce la bornele motorului ca urmare a absorbţiei sporite de curent în timpul fenomenului tranzitoriu, cădere de tensiune care este determinată, pe de o parte, de impedanţa reţelei de alimentare şi, pe de altă parte, de impedanţa variabilă a motorului respectiv.

Reducerea tensiunii la borne are drept urmare reducerea cuplului motorului. Fenomenul de revenire la viteza de rotaţie normală nu poate avea loc decît atîta timp cît cuplul accelerator are valori pozitive.

Analiza din aproape în aproape asupra fenomenelor electrice ce se produc la pornirea directă şi la autopornirea electromotoarelor, legată de studiul caracteristicilor mecanice ale diferitelor tipuri de agregate folosite şi completată cu unele probe şi măsurători efectuate, se tratează în cap. II şi III al referatului.

Diagramele din referat dau indicaţii asupra ordinului de mărime al puterilor ce pot fi conectate direct, funcţie de lungimea circuitului de alimentare şi de puterea instalată în postul de transformare. În general, din aceste diagrame se poate vedea că motoarele cu puteri sub 50 kW pot fi cuplate direct, reanclanşate sau autopornite aproape în orice condiţii, la tensiunea de 500 V şi că tensiunea de 1 000 V oferă condiţii mult mai favorabile din acest punct de vedere.

Factorul principal care limitează reanclanşarea este impedanţa liniei de joasă tensiune şi factorul cel mai important care favorizează reanclanşarea este tensiunea de alimentare mai mare.

În cazul circuitelor scurte (sub 500 m) reactanţa transformatorului influenţează sensibil puterea conectabilă, în timp ce în cazul circuitelor lungi, impedanţa liniei este predominantă. De aici rezultă concluzia importantă că mărirea puterii instalate a transformatorului din postul de transformare nu poate fi o soluţie pentru mărirea puterii conectabile.

Influenţa reactanţei sistemului este minimă şi poate fi neglijată în toate cazurile.

Analiza condiţiilor de pornire a diferitelor tipuri de agregate folosite, pe baza caracteristicilor lor mecanice, permite să se tragă concluzia că toate tipurile de agregate folosite se pretează din punct de vedere al caracteristicilor lor mecanice la aplicarea automatizării.

Condiţiile specifice de exploatare indică pompele de adîncime ca fiind agregatele cele mai apte pentru a fi prevăzute cu dispozitive de automatizare. Caracteristicile mecanice ale pompelor de adîncime sînt convenabile din punctul de vedere ce ne interesează, mai ales dacă agregatul este echilibrat. Autopornirea lor este recomandabilă numai după un timp de oprire mai scurt decît o secundă, iar reanclanşarea numai după un timp mai lung de 15 secunde. Caracteristicile lor tehnologice indică interesantă reanclanşarea automată şi mai puţin interesantă autopornirea.

Din contra, studiul caracteristicilor electromecanice coroborat cu studiul caracteristicilor tehnologice indică pentru pompele centrifugale de apă şi produse şi pentru staţiile de compresoare ca interesantă autopornirea şi mai puţin interesantă reanclanşarea automată.

Pentru forajul electric automatizarea repornirii după întrerupere nu este interesantă; în schimb se impune automatizarea intrării şi ieşirii din funcţiune a celui de-al doilea motor de la granic, funcţie de sarcină şi cuplu.

Dintre diferitele soluţii posibile, cea mai avantajoasă este o soluţie mixtă în care se combină judicios autopornirea, reanclanşarea pe grupuri şi reanclanşarea individuală. Un număr de consumatori, cei mai importanţi, se prevăd cu

întreruptoare fără bobine de tensiune minimă, un alt grup de consumatori se prevăd cu bobine de tensiune minimă temporizate; unele linii se prevăd cu dispozitive de reanclanşare automată.

În cazul unei întreruperi sau a unei căderi de tensiune mai mari de 35%, o parte din întreruptoarele liniilor vor deconecta imediat rămînînd în funcţiune numai liniile pe care se află consumatorii vitali. Dacă tensiunea nu-şi revine în timpul reglat, vor deconecta şi consumatorii din linia fără bobina de tensiune minimă, cu excepţia consumatorilor vitali, care rămîn mai departe în circuit. La revenirea tensiunii, aceştia vor autoporni imediat. După trecerea timpilor reglaţi vor intra în funcţiune şi celelalte linii prevăzute cu dispozitive de reanclanşare la care vor autoporni consumatori fără dispozitive de reanclanşare. Aceştia din urmă vor aştepta să se scurgă timpul reglat, după care vor intra succesiv în funcţiune.

În acest mod se realizează eşalonarea reintrării în funcţie a consumatorilor, după importanţa lor şi, în acelaşi timp, se limitează, prin fracţionare, şocul de curent, respectiv căderea de tensiune, uşurîndu-se repornirea motoarelor.

Reanclanşarea poate fi realizată fie cu ajutorul contactorilor cu curent de lucru permanent, fie cu ajutorul întreruptoarelor automate prevăzute cu dispozitive de reanclanşare automată.

*

Concluziile mai interesante la care se ajunge în urma analizei protecţiei sînt următoarele:

1) Motoarele prevăzute cu relee sau bobine de tensiune minimă, temporizate sau netemporizate, nu necesită protecţie de suprasarcină.

2) Protecţia de scurtcircuit a motoarelor trebuie reglată astfel încît să asigure autopornirea motoarelor.

3) Protecţia restului elementelor din sistemul de alimentare nu necesită modificări structurale, ci numai reglaje corespunzătoare.

Avantajele cele mai importante ce rezultă din aplicarea metodelor de automatizare sînt:

— reducerea simţitoare a pierderilor de producţie;

— reducerea numărului de accidente tehnice la sonde provocate de staţionarea lor îndelungată ca urmare a autodeconectărilor;

— evitarea unor greşeli de manevră executate de personalul de deservire;

— reducerea numerică a personalului de deservire.

Pentru introducerea pe scară largă a acestor automatizări, este necesar să se fabrice în cantităţi suficiente şi la calitatea necesară contactori cu bobină de reţinere pentru 0,5, 1 kV şi 6 kV, întreruptoare cu reanclanşare automată de 1 kV şi 6 kV, relee de timp temporizate de o construcţie adecvată, relee intermediare etc.

Se vor putea construi chiar cofrete complete, cu tot aparatajul de automatizare montat.

Încercările făcute pînă în prezent în reţelele din petrol reprezintă doar un modest început, faţă de amploarea pe care trebuie să o ia automatizarea în instalaţiile receptoare.

13.10. Prof. dr. ing. N. V. BOŢAN, lector ing. L. SEBASTIAN şi asist. ing. N. POEATĂ: **Date noi privind frînarea subsincronă.**

621—592.35

Se studiază frînarea subsincronă prin cuplare inversă şi alimentare nesimetrică, obţinută cu ajutorul unui autotransformator monofazat.

Pe baza diagramei vectoriale trasate pentru acest caz se stabileşte expresia analitică a caracteristicii mecanice în funcţie de gradul de disimetrie. Cu ajutorul acestei expresii se trasează grafic o serie de caracteristici mecanice pentru diferite grade de disimetrie, luînd ca parametru alunecarea critică.

Din examinarea acestor caracteristici şi din cercetările experimentale se trag următoarele concluzii:

a) Frînarea subsincronă obţinută prin alimentarea asimetrică a motorului, cu ajutorul autotransformatorului monofazat în regim de cuplare inversă, nu este justificată decît în cazul cînd se cere o coborîre de mare precizie a sarcinilor mari.

b) Frînarea subsincronă obţinută pentru gradul de disimetrie maxim fără autotransformator este mai convenabilă pentru următoarele motive:

— nu necesită folosirea autotransformatorului;

— coborîrea cu frînare subsincronă se poate realiza şi în cazul sarcinilor celor mai mici;

— necesită rezistenţe mici în circuitul rotoric;

— se obţin curenţi mai reduşi pe faza cea mai încărcată.

c) În afara frînării subsincronice prin cuplare inversă, în cazul alimentării asimetrice (afară de cazul limită 1) se poate obţine şi o frînare subsincronă prin recuperare, care însă din punct de vedere practic este mai puţin avantajoasă.

d) Valoarea optimă a rezistenţelor maxime din circuitul rotoric în cazul frînării subsincrone este aceea corespunzătoare unei alunecări critice egale cu 2.

e) Frînarea subsincronă prin cuplare inversă şi alimentare asimetrică este mai avantajoasă decît frînarea subsincronă prin cuplare inversă şi alimentare simetrică, datorită rezistenţelor rotorice mai mici şi deci a consumului mai redus de energie electrică.

f) Folosirea frînării subsincrone prin cuplare inversă şi alimentare asimetrică reclamă folosirea unui motor de putere nominală ceva mai mare ca în mod obişnuit, dată fiind supraîncălzirea uneia dintre faze.

13.11. Ing. CORNELIU NICODIMESCU: **Curăţirea ţiţeiurilor cu ajutorul curentului electric.**

621.359: 665.5

Ţiţeiurile ce sînt extrase în schelele noastre, nu ies din sondă în stare curată, ci ele ies amestecate cu nisip, humă, apă sărată şi săruri sub formă de cristale dispersate în masa de ţiţei.

Acest amestec formează o emulsie care în majoritatea cazurilor este foarte stabilă şi rămîne în această stare timp foarte îndelungat.

Pentru separarea impurităţilor din masa de ţiţei, s-au folosit metode termice, chimice, mecanice şi electrice.

Toate aceste metode au ca scop spargerea emulsiei pentru ca apoi separarea impurităţilor să se facă în mod natural prin decantare care nu se poate produce singură. Separarea se face numai parţial şi uneori nu se produce.

Metodele electrice folosite sînt în număr de 11, din care 3 metode nu au fost experimentate industrial, 7 metode au fost experimentate industrial şi apoi abandonate, 1 metodă se foloseşte în rafinării la purificarea ţiţeiurilor, însă cu eficacitate foarte slabă.

Caracterizarea noii instalaţii. Noua instalaţie de curăţire a ţiţeiurilor pe cale electrică separă toate impurităţile ce se găsesc în masa de ţiţei printr-un principiu nou care îi stă la bază şi anume fenomenul de ultrafiltrare pe cale electrică.

Ţiţeiurile murdare, străbătînd zona cîmpului electric care constituie pînza filtrantă, ies curate, în timp ce separarea impurităţilor se face integral rămînînd numai urme, independent de conţinutul de impurităţi iniţial. Consumul de energie electrică este cuprins între 1—2,5 kWh/vagon ţiţei murdar.

Instalaţiile pentru curăţirea ţiţeiului sînt construite integral în ţara noastră.

Lista rapoartelor prezentate la Conferința Electricienilor din R.P.R.

SECȚIA I — ENERGIE ELECTRICĂ

GRUPA 1 — *Centrale și stații electrice*

11.01. Ing. TITUS BERINDE
Conectarea la bare sub tensiune a generatoarelor și compensatoarelor sincrone neexcitate sau parțial excitate.

11.02. Ing. ION IORDĂNESCU
Procesul autosincronizării și considerațiuni asupra comportării generatoarelor electrice și a sistemului energetic în cazul aplicării acestei metode.

11.03. Ing. VIOREL MICLOȘI
Considerațiuni asupra transformatorului intermediar de curent cu saturație rapidă.

11.04. Ing. MARC DĂNILĂ
Utilizarea modelării în alegerea protecției împotriva supratensiunilor atmosferice a stațiilor de înaltă și foarte înaltă tensiune.

11.05. Ing. GHEORGHE BROȘTEANU
Concepții noi în funcționarea serviciilor interne ale centralelor electrice.

11.06. IVAN ISKY
Noi amenajări hidroelectrice în bazinul Baia Mare.

GRUPA 2 — *Rețele și sisteme electrice*

12.01. Ing. TOMA LASZLO
Un caz special de pendulații într-un sistem energetic regional.

12.02. Ing. ERVIN LEBOVITS
Un nou aparat pentru determinarea succesiunii fazelor și a măsurării frecvenței la rețelele trifazate.

12.03. Conf. GHEORGHE MOISIL
Amplasarea și dimensionarea cablurilor de întoarcere ale rețelelor de tracțiune electrică.

12.04. Ing. VLAD RĂDULESCU
Metode de combaterea formării chiciurii pe conductoare, pe liniile aeriene de înaltă tensiune.

12.05. Ing. VIOREL BUCUR
Suprasolicitări de chiciură și vînt la linia de 35 kV «Q».

12.06. Ing. FLORIN STANCIULESCU
Contor pentru descărcătoare cu rezistență variabilă.

12.07. Ing. ALADAR NAGY
Criterii practice ale repartizării optime a sarcinilor reactive.

12.08. Conf. ing. CĂLIN MIHĂILEANU
Utilizarea condensatoarelor serie, în rețelele de distribuție.

12.09. Ing. MARC DĂNILĂ
Eficacitatea utilizării conductoarelor de protecție la liniile de 110 și 35 kV.

GRUPA 3. — *Utilizarea energiei electrice*

13.01. Ing. DINU MARTAC
Variația puterii active și reactive absorbite de motoarele asincrone, în funcție de tensiunea și frecvența de alimentare.

13.02. Ing. ION HUHULEA
Studiul posibilităților de utilizare a tensiunii de 1000 V în rețelele de distribuție de joasă tensiune.

13.03. Ing. S. DULBERG
Stabilirea puterilor reale ale consumatorilor de energie electrică.

13.04. Ing. CRISTOFOR NACU
Amplidine în sisteme de acționare ale mașinilor de hîrtie.

13.05. Ing. EMIL IONESCU și Ing. MIHAIL GRĂNICEANU
Condițiile de funcționare ale cuptoarelor electrice cu arc, de mare capacitate, alimentate din sistemul energetic regional.

13.06. Ing. ȘTEFAN FELDMAN
Fenomenele tranzitorii la reanclanșarea autonomă a motoarelor asincrone.

13.07. ION HUHULEA
Dispozitive pentru avansarea automată a sapei și propuneri pentru îmbunătățirea funcțională a instalațiilor de foraj cu masă rotativă și cu turbină.

13.08. Prof. ing. C. PENESCU
Efectul variațiilor de tensiune și frecvență asupra consumatorilor.

13.09. Ing. J. GAYRAUD
Posibilități de introducere pe scară largă a reanclanșării automate și autopornirii motoarelor electrice în rețelele ce alimentează șantierele petroliere.

13.10. Prof. dr. ing. N. V. BOȚAN, lector ing. L. SEBASTIAN și asist. ing. N. POEATĂ
Date noi privind frînarea subsincronă.

13.11. Ing. CORNELIUS NICODIMESCU
Curățirea țițeiurilor cu ajutorul curentului electric.

SECȚIA II — ELECTROTEHNICĂ

GRUPA 1 — *Materiale electrotehnice*

21.01 Ing. S. DONICI și chimist MARIANA MIHĂESCU
Carborundul electrotehnic romînesc.

21.02 Ing. A. NANU și ing. A. LEIMDÖRFER
Completări și precizări asupra normelor standardizate în diferite țări, pentru determinarea rezistenței superficiale a dielectricilor.

21.03. Ing. MARIA NICOLAE și ing. BRUNO MARCUS
Materiale electroceramice realizate cu talcul de la Hunedoara.

21.04. MIRCEA BAROSU
Paste active pentru electrozii acumulatorilor alcalini cadmiu-nichel de tipul Junger.

21.05. Dr. ing. S. CEDIGHIAN
Realizarea magneților permanenți din aliaje metalice și folosirea lor în industria electrotehnică.

21.06. Ing. L. LICHTENBAUM
Calitatea micii romînești și produsele fabricate din mică.

21.07 Ing. AL. NEDESCU și ing. L. LICHTENBAUM
Fabricarea lacurilor electroizolante în R.P.R. și caracteristicile lor.

21.08. Ing. THEOBALD SCHNEIER
Magneți permanenți pe bază de ferită de bariu.

21.09 Ing. V. IVAȘCU, conf. univ. M. ROSENBERG și ing. V. TANACH
Contribuții la studiul magneților permanenți pe bază de ferită de bariu.

GRUPA 2. — *Mașini electrice*

22.01. Tehnician WILHELM BAUMAN și Ing. MIRCEA DIMBOIU
Transformator de sudură cu arc, bobinat cu aluminiu.

22.02. Ing. MIHU BÎRGĂUANU
Generator sincron cu undă de tensiune sinusoidală.

22.03. Ing. VICTOR CRĂCIUNOIU
Instalații moderne de impregnare a mașinilor electrice, proiectate în țară.

22.04. Prof. MATEI MARINESCU
Asupra maşinilor electrice percutante realizate în Institutul de energetică al Academiei R.P.R. şi aplicaţiile în tehnică.

22.05. Ing. VALER LIUBA
Despre protecţia contra exploziilor a utilajului electric.

22.06 Ing. ANGHEL VASILESCU
O metodă de calcul pentru determinarea condiţiilor de încercare la transformatoarele de putere.

22.07. Ing. VICTOR BUNEA
Probleme practice la execuţia unui generator de 8000 Hz.

22.08 Ing. ION CRIŞAN
Asupra nivelului actual al tehnologiei de fabricaţie a motoarelor electrice asincrone.

22.09 Ing. HENRY ASLAN şi cand. ştiinţe tehnice ALEXANDRU FRANSUA
O nouă maşină universală, fără înfăşurare pe stator.

22.10. Ing. OCTAV SMIGHELSCHI
Probleme legate de proiectarea fabricilor industriei electrotehnice din R.P.R.

22.11. Ing. ST. GROSU, ing. IANCU COJOCARU, ing. V. STANCIU, ing. T. CIUBOTARU, ing. GHEORGHE TOMA şi ing. P. ŢUGUI
Realizarea transformatorului de 110 kV cu reglaj sub sarcină, de 10 MVA şi 20 MVA, la fabrica Electroputere.

GRUPA 3 — *Aparate electrice*

23.01. — Ing. ADRIAN BERCU
Condensatoare pentru îmbunătăţirea factorului de putere realizate în cadrul Institutului de cercetări şi proiectări electrotehnice.

23.02. Ing. M. HUHULESCU
Seria de întreruptoare automate antigrizutoase.

23.03 Ing. DAN ONCICA şi ing. DRAGOŞ SIMULESCU
Seria unitare de întreruptoare automate de joasă tensiune.

23.04. Ing. DUMITRU MEHEDINŢI şi NUBAR KANTERIAN
Dispozitiv pentru semnalizarea la distanţă a depunerilor de chiciură pe liniile electrice de transport.

GRUPA 4 — *Măsurători electrice*

24.01 Prof. ing. PLAUTIUS ANDRONESCU
Consideraţiuni critice cu privire la sensibilitatea punţii Wheatstone.

23.02 Dr. ing. AUREL AVRAMESCU, ing. CHIRIL POPESCU şi ing. DUMITRU MEHEDINŢI
Instalaţie pentru încercarea magneţilor permanenţi.

24.03 Lector ing. ADAM SEMLYEN
Contramagnetizarea cu defazare, o nouă metodă de compensare a erorii transformatoarelor de curent.

24.04 Ing. OVIDIU CENTEA şi ing. VIOREL MICLOŞI
Analizor armonic.

24.05 Ing. MARIUS PREDA şi ing. C. AMBROZIE
Probleme referitoare la măsurarea energiei reactive şi a factorului de putere mediu în reţelele trifazate.

GRUPA 5 — *Electrovid*

25.01. Ing. D. SAVOPOL
Micşorarea tensiunii de aprindere a lămpilor cu neon.

25.02. Ing. GH. MOZES
Obţinerea sticlelor mate pentru lămpi cu incandescenţă.

25.03. Ing. AL. ROTH
Metodă de proiectare a dimensiunilor spiralelor duble.

25.04 Ing. AL. ROTH şi ing. A. BERMAN
Calcul grafic al instalaţiilor cu lămpi pentru radiaţii infraroşii.

25.05. Dr. R. GRIGOROVICI şi ing. AL. ROTH
Stabilirea unui indice de calitate a firelor de wolfram pentru spiralizare.

25.06 Ing. GH. MACRIN şi ing.. C. CRUPENSCHI
Noi sticle pentru electrovid folosite în R.P.R.

25.07. Ing. A. BERMAN
Asupra depunerii metalelor prin evaporare în vid.

25.08. Ing. N. PREDOLEANU
Studiu comparativ asupra indicilor de calitate ai lămpilor cu incandescenţă folosiţi în străinătate şi în R.P.R.

25.09. Ing. P. NEGOIANU
Asupra dimensionării lămpilor stabilizatoare de curent Fe. H.

25.10. Ing. C. CRUPENSCHI
Mecanizarea fabricării sticlei electrotehnice pentru electrovid.

GRUPA 6 — *Electrotehnologie*

26.01. Ing. GH. MACRIN
Protecţia anticorosivă a soclurilor de oţel pentru lămpile electrice.

26.02. Ing. RADU DORDEA
Tehnologia acoperirii cu un strat pasiv, a pieselor folosite în fabricaţia de aparate electrice.

SECŢIA III — TELECOMUNICAŢII, ELECTRONICĂ ŞI AUTOMATIZĂRI

GRUPA 1 — *Telecomunicaţii*

31.01 Ing. CONSTANTIN FRIMU şi ing. CONSTANTIN POPESCU
Metode de traversare a cursurilor de apă cu linii t. c.

32.01. Ing. MARIUS STERU
Consideraţiuni cu privire la tipul de centrală telefonică automată pentru reţelele urbane din R.P.R.

31.03. Ing. IULIUS RODAN
Problema stîlpilor în liniile de telecomunicaţii.

31.04. Ing. IONEL ROTH
Tehnica radioreleelor şi introducerea ei în R.P.R.

31.05 Prof. ing. GH. CARTIANU, prof. ing. S. CONDREA, prof. ing. EDMOND NICOLAU
Direcţii actuale de cercetări în electronică şi telecomunicaţii în R.P.R.

31.06. Ing. ANTON NECŞULEA
Rezultatele obţinute într-o cameră anechoidă de dimensiuni mici.

GRUPA 2. — *Electronică*

32.01. Ing. MARIUS STERU
Un nou tip de aparat electronic pentru măsurarea rapidă a umidităţii cerealelor şi altor produse.

32.02. Ing. EGON HOPPE
Teletermometru pentru controlul centralizat al temperaturilor pînă la 150°C.

32.03. AUREL MORARU şi M. POPOV
Transfermetrul cu tub catodic.

32.04. Conf. ing. ROMAN STERE, conf. ing. E. KATZ, ing. I. LEIBOVICI, ing. M. BIRNBAUM, ing. I. FELEA, ing. E. ŢARINA şi ing. I. GOLEA
Osciloscoape catodice pentru studiul impulsurilor.

32.05. Conf. ing. ROMAN STERE, ing. A. GEORGESCU, ing. I. FELEA, ing. D. NEGREANU şi E. ARONOVICI
Defectoscop ultrasonic.

32.06. Conf. ing. ROMAN STERE, ing. AL. IANCU şi ing. A. GEORGESCU
Aparate electrice şi electronice pentru măsurători asupra betoanelor din baraje.

32.07. Ing. D. MEHEDINŢI
Stroboturometrul de 1500—2800 rot/min.

GRUPA 3 — *Automatizări*

33.01. Ing. NICOLAE ŞTEFĂNESCU
Perspectivele reglării automate a parametrilor maşinilor electrice în sisteme discontinue prin impuls, în R.P.R.

33.02. Ing. GHEORGHE IOANIN
Automatizarea discontinuă în lumina algebrei schelelor cu contacte şi relee.

Energetica generală

A XI-a sesiune parțială a Conferinței Mondiale a Energiei. Belgrad 1957. Importanța și desfășurarea sesiunii. R. von Miller, B.W.K., vol. 9 (1957). nr. 10, pag. 458—464, 12 fig.

620.9 : 621.311.1.(063) (100)

După prezentarea programului și a participării internaționale la această conferință se descrie ședința de deschidere, aducîndu-se cîte un scurt rezumat al principalelor cuvîntări și al conferințelor ținute în ședințele plenare ale primei zile de eminente personalități energetice.

În continuare se descrie desfășurarea și importanța sesiunii, ședința de închidere cît și cele două ședințe ale Consiliului executiv internațional, organul conducător al Conferinței Mondiale a Energiei.

În încheiere se menționează expoziția energetică organizată în legătură cu această conferință, destinată să prezinte unui public larg realizările energetice și produsele electrotehnicii iugoslave. *i. s.*

E. 725

Privire de ansamblu asupra rezultatelor sesiunii de la Belgrad a Conferinței Mondiale a Energiei. B.W.K., vol. 9, (1957), nr. 10, pag. 464—484.

620.9 : 621.311.1.(063) (100)

Pe grupe de specialitate se prezintă cîte o dare de seamă a rapoartelor și discuțiilor din ședințele de lucru după cum urmează:

Grupa A. Considerații economice. Frewer H. pag. 465—470, 5 tabele.

Grupa B. Considerații tehnice. Secția B. 1. Folosirea complexă a apelor. Zepic V. pag. 470—474, 4 fig.

În această dare de seamă este menționată expunerea delegatului romîn prof. dr. ing. Dorin Pavel în legătură cu centrala hidroelectrică de la Porțile de Fier și reproduse în figura 4 variantele sălii mașinilor în ipoteza unei amenajări într-o singură treaptă.

Secția B. 2. Posibilitățile folosirii combustibililor solizi interiori. Friez W. pag. 474—476, 3 fig.

Secția B. 3. Folosirea energiei nucleare. Leichtle G. pag. 477—480.

Secia B. 4. Alimentarea cu energie a agriculturii. Waechter von H. pag. 480—482.

Secția B. 5. Energie pentru industria siderurgică, chimică și alte industrii. Kromer C. Th. pag. 483—484.

În acest cadru sînt menționate și intervențiile în discuție ale delegatului romîn ing. I. D. Stăncescu în legătură cu oportunitatea și condițiile tehnice și economice de aplicare a termoficării. *i. s.*

E. 726

Iugoslavia, o țară care tinde spre progres. Impresii din călătoriile de studii. Gross A. Th. B.W.K., vol. 9 (1957), nr. 10, pag. 485—490, 13 fig.

620.9: 621.34.1 (063) (497.1)

În continuarea sesiunii Conferinței Mondiale a Energiei de la Belgrad, au avut loc călătorii de studii pe diferite trasee pentru vizitarea de obiective energetice și industriale.

În acest cadru se descriu principalele centrale hidro- și termoelectrice vizitate, fabricile de echipament energetic și electrotehnic, combinatul siderurgic de la Zenica etc. Articolul se încheie cu prezentarea literaturii cercetărilor nucleare. *i. s.*

E. 727.

CECA, Euratom și industria energiei electrice. Oberlack H. W., El. Wirtsch., vol. 56 (1957), nr. 19, pag. 695—699, 6 tabele.

621.311.1.(4)

Cu ocazia celei de-a V-a aniversări a Comunității Europene a Cărbunelui și Oțelului (CECA), a fost publicat un raport cuprinzător tratînd diferite aspecte ale politicii economice integrate a șase țări din vestul Europei (R. F. Germană, Franța, Italia și Benelux). Un loc important îl ocupă preocupările energetice și planurile de dezvoltare în perspectivă pe o durată de circa 20 ani (pînă în 1975) ale țărilor respective. Se contează pe o creștere medie anuală pe ansamblu de 6—7% anual (față de o producție globală de energie electrică de 189 TWh în 1955 se ajunge succesiv la 270 TWh în 1960; 360—380 TWh în 1965 și 610—740 TWh în 1975). Față de o repartizare de 63%, respectiv 37% între energia produsă în centrale termo- și hidroelectrice în 1955 se ajunge la o repartizare de 81—84%, respectiv 16—19% în 1975. Trei experți: Armand (Franța), Etzel (R. F. Germană) și Giordani (Italia) au întocmit un raport comun din care reiese necesitatea construirii pînă în 1967 în aceste țări a unor centrale atomoelectrice însumînd o putere de 15 000 MW. Cu toate acestea rămîne după 1965 un deficit de energie important ce trebuie acoperit cu petrol și gaze. După raportul întocmit de acești experți se ajunge în 1975 la 155 000 MW instalații (din care circa 1/3 în centrale atomoelectrice) și o producție de 636 TWh.

E. 728 *a. c. m.*

Acumularea subterană de gaz în Franța. Delsol M. R., Revue Française de l'Energie, vol. 8 (1957), nr. 86. pag. 367—379, 4 fig., 6 ref. bibl.

621.311.22 : 662.69.006.5

Acumularea subterană prezintă marele avantaj al posibilității de înmagazinare a unor volume de gaz foarte mari, atingînd de 50—100 ori cantitățile stocabile în gazometrele clasice. În acest mod se poate obține nu numai acoperirea unor vîrfuri zilnice, ci chiar compensări sezoniere ale consumului. Date fiind însă condițiile foarte diferite ale acestui mod de acumulare, soluțiile trebuie corectate cu o deosebită grijă din punct de vedere tehnic și economic.

După considerații generale în legătură cu acumularea subterană, se expun realizările cunoscute pînă acum din S.U.A. și R. F. Germană și începutul făcut în Franța în 1954 la Beynes, care se descrie detaliat.

E. 729 *i. s.*

Termoenergetica

Procese termice combinate pentru producerea energiei electrice. Backhl H. El. Wirtsch., vol. 56 (1957), nr. 17, pag. 592—599, 13 fig., 15 ref. bibl.

612.181

Posibilitățile creșterii randamentului ciclurilor simple ale turbinelor cu abur și cu gaze fiind aproape epuizate, în ultimul timp au reînceput să se bucure de un interes crescînd ciclurile combinate.

Pentru a obține o privire de ansamblu și posibilități de comparare univocă a diferitelor procese combinate descrise în literatura de specialitate, se expune cu ajutorul a două exemple o metodă de prezentare unitară a acestor procese. Se pleacă de la formele simple ale ciclurilor celor patru procese de bază în circuitul deschis și se dezvoltă corespunzător schemele ciclurilor combinate. Se analizează posibilitățile de mărire a randamentului global și se cercetează condițiile speciale pentru procesele combinate funcționînd cu cărbune, combustibili lichizi, gaze sau energie nucleară ca sursă de căldură. În încheiere se expun premizele ce ar trebui îndeplinite pentru ca astfel de procese să poată fi realizate practic pentru instalații mari.

În ceea ce privește situația actuală, autorul constată că pînă acum nu cunoaște procese combinate de acest gen care să fi realizat practic randamente peste 42%; există însă propuneri corespunzătoare în fază de studii sau proiecte.

E. 730 *i. s.*

Cîteva probleme în legătură cu proiectarea și construcția de CET industriale. Mirenburg S. L., Electriceschie Stanții, nr. 10, ((1957), pag. 43—47.

621.311.22.001

Dezvoltarea unităților industriei petrolului necesită construirea unor mari centrale de termoficare industrială. Spe-

cific acestora sînt debitele mari de abur consumate, pierderile însemnate de condensat şi impurizarea condensatului întors la CET. Instalaţiile de epurare chimică dimensionate corespunzător ajung la debite de ordine 300—400 t/h. Autorul, analizînd cîteva proiecte pentru CET mari destinate alimentării cu căldură a unor rafinării de petrol, propune o serie de modificări în proiectarea şi execuţia CET. Ca importante citãm:

1) Renunţarea pe teritoriul CET la amplasarea comună a unora dintre comunicaţiile subterane: conductele de păcură — care se vor monta pe estacade sau pe console încastrate în ziduri, conductele evacuării zgurii — care vor fi aşezate direct pe pămînt etc.

2) Apropierea clădirii de epurarea apei de sala cazanelor; în unele cazuri se va lipi de clădirea principală. La debite mari ale instalaţiei de epurare chimică, acest procedeu simplifică mult comunicaţiile subterane, necesare celor două clădiri.

3) Studierea scoaterii din sala cazanelor sau a turbinelor a unor aparate schimbătoare de căldură ca: vaporizatoare, generatoare de aburi, etc. şi adoptarea sistemului deschis pentru sala cazanelor.

4) Renunţarea la rezervoare subterane de păcură şi adoptarea celor de suprafaţă.

5) Clădirea gospodăriei de ulei să se combine cu cea a păcurii în scopul simplificării conductelor de abur, reţelei de cale ferată etc.

6) În legătură cu reducerea numărului de personal este indicat să se tindă spre reducerea la minim a distanţelor dintre clădiri.

E. 731 *g. c.*

Experienţa exploatării turbinei cu gaze la centrala electrică „Filaret" din Bucureşti, pe gaze naturale. Alexandrov A. V. Energheticeschi Biuleten, nr. 7 (1957), pag. 26—31.

621.311.23: 621.438

Autorul descrie pe baza datelor obţinute cu ocazia unei vizite de studii în martie 1957 turbina cu gaze de 10 MW de la Centrala electrică „Filaret" din Bucureşti, pusă în funcţiune în anul 1951. Se dau caracteristicile şi datele de exploatare a echipamentului de bază precum şi cele privind regimul de funcţionare. Se descrie sistemul de reglare şi protecţie a turbinei.

În mod amănunţit se analizează avariile intervenite dintre care mai importante au fost: explozia amestecului combustibil în camera de ardere, avarierea paletajului compresoarelor şi turbinei şi coroziunea corpului compresoarelor.

E. 732 *g. c.*

Măsurători la condensatoarele turbinelor cu abur. Schroeder F. K., El. Wirtsch., vol. 56 (1957), nr. 20, pag. 761—764, 2 fig., 1 tabelă.

621.311.23 : 621.175 : 004

Pentru compararea performanţelor diferitelor tipuri de condensatoare, grupul de lucru pentru condensatoare al Comitetului de Turbine cu Abur al Asociaţiei Întreprinderilor de Electricitate Germane (VDEW) a elaborat un caet de directive tehnice în acest scop. Drept cifră de comparaţie serveşte coeficientul de transmisie al căldurii în kcal/m²h°C, deoarece această mărime poate caracteriza atît construcţia cît şi modul de exploatare a condensatorului.

O primă chestiune luată în discuţie este asupra locului unde trebuie măsurată temperatura aburului în condensator. Se indică apoi rezultatele încercărilor efectuate la 11 condensatoare, între altele la o încercare instalîndu-se în spaţiul de abur al condensatorului un număr de circa 50 termometre cu rezistenţă şi tot atîtea manometre pentru a determina variaţia temperaturii şi a presiunii în condensator. De asemenea s-a măsurat în diferite puncte temperatura apei de răcire. De asemenea s-au făcut încercări şi asupra condensatoarelor cu răcire cu aer.

Pentru exploatare ar fi interesant un aparat care să indice valoarea coeficientului de transmisie al căldurii corectate, adică independente de cantitatea şi temperatura apei de răcire şi de sarcină şi influenţate doar de murdărirea condensatorului şi neetanşeitatea sa faţă de aer. Un astfel de aparat care să aibă un preţ rezonabil nu a fost încă realizat de industria constructoare de aparate de măsură.

E. 733 *a. c. m.*

Folosirea resurselor energetice secundare în metalurgie. Sazanov B. V., Promîşlenaia Energhetica, nr. 11 (1957), pag. 14—17.

621.311.22 : 662.769.1

Se arată avantajele utilizării gazelor de furnal, diverse cuptoare etc. în turbine cu gaze fără compresor. Astfel gazele la o presiune de 1,4 ata preîncălzite pînă la 450°C de la un cuptor înalt de mare capacitate asigură obţinerea unei puteri electrice de 10—12 MW, consumînd 0,15—0,20 kg/kWh combustibil convenţional. O asemenea turbină de 6 MW se va instala în acest an la combinatul metalurgic din Magnitogorsk. Costul energiei electrice va fi mult mai mic decît cel de la CTE industriale.

E. 734. *g. c.*

Electroenergetica

Pregătirea construcţiei de generatoare electrice de putere foarte mare. Kogan Z. B., Energhetic, nr. 8 (1957), pag. 1—2.

621.313.12.001/2

Dezvoltarea energeticii sovietice impune construirea de generatoare de putere foarte mare (200—300 MW) lucru care pune în faţa specialiştilor probleme dificile.

La uzinele „Electrosila" din Leningrad, s-a construit şi experimentat un generator de 30 MW cu rotor experimental, avînd răcirea forţată cu hidrogen la 2 at.

Rezultatele experimentării au arătat eficacitatea răcirii rotoarelor generatoarelor electrice cu gaze la presiuni chiar peste 2 at. Pierderile de gaz s-au dovedit a nu depăşi 6,5—6,8 m³ în 24 de ore. În felul acesta se asigură condiţiile de trecere la construcţia de generatoare electrice de puteri foarte mari, întrucît noua construcţie a rotorului cu răcire forţată permite mărirea de două ori a densităţii curentului în înfăşurare. Ermeticitatea generatorului se asigură cu ulei de la pompa de ulei a turbinei, care va avea o presiune pînă la 10—12 at.

E. 735 *g. c.*

Un aparat pentru „arderea" defectelor în cabluri subterane bazat pe principiul rezonanţei. Rosen-Runge, A., El. Wirtsch., vol. 56 (1957), nr. 20, pag. 765—767, 2 tabele.

621.315.23.004.6

Se cunoaşte dificultatea cu care sînt confruntate exploatările de reţele atunci cînd se produc avarii în cabluri subterane care nu au un caracter de defect de izolaţie net (rezistenţa de izolaţie are valori mari). În astfel de cazuri nu se poate determina locul defectului decît după ce defectul este „ars" adică pronunţat în mod voit. Această operaţie se încearcă în prezent — de multe ori fără succes — cu instalaţii de curent continuu (cu lămpi kenotron) puternice.

Articolul descrie un dispozitiv ingenios bazat pe montarea unei bobine de inductanţă în aer, de înaltă tensiune, ce se montează în paralel la cabluri de încercat, dînd naştere unui circuit oscilant pe frecvenţa de 50 Hz. Acest circuit se alimentează cu joasă tensiune de la o sursă care trebuie să furnizeze doar puterea activă necesară (cîţiva kW), în timp ce puterea reactivă necesară punerii sub înaltă tensiune a cablului (cîteva sute de kVAr) este furnizată de bobina de inductanţă.

Cu un astfel de aparat, prototip fabricat de Întreprinderea de Electricitate din Hamburg, există în prezent experienţe de exploatare de peste trei ani. Numeroase cabluri de tensiuni de la 6 la 30 kV care aveau defecte „slabe", prezentînd o rezistenţă de 100—200 MOhm, chiar după ce li se aplicaşe ore întregi o tensiune continuă de la un aparat de curent continuu cu lămpi kenotron, capabil de un curent de 200 mA, au fost „arse" în cîteva minute, ajungîndu-se la o rezistenţă de izolaţie de cîţiva ohmi, prin utilizarea aparatului bazat pe rezonanţă.

E. 736 *a. c. m.*

Reglaje în centralele hidroelectrice. Roth W., El. Wirtsch., vol. 56 (1957), nr. 20, pag. 754—761, 10 fig., 2 tabl.

621.311.21 : 621.3.072.216

Se prezintă aspectele cele mai importante sub care apar probleme de reglaj în centralele hidroelectrice, făcîndu-se o împărţire a lor în: cele ce apar la regim normal şi la regim de avarie (la declanşarea unui grup), sau: după funcţionarea izolată sau interconectată a centralei. Se face în continuare o prezentare a circuitului de reglaj pentru reglajul frecvenţei cum şi a celui pentru reglajul tensiunii. Se insistă asupra importanţei inerţiei masei de apă existente în conducte.

În continuare se acordă un loc important studiului procesului tranzitoriu ce are loc la descărcarea bruscă a centralei şi abaterile de la valorile normale atît ale frecvenţei cît şi ale tensiunii ce au loc în astfel de ocazii.

E. 737 *a. c. m.*

Reglarea puterii şi mărirea duratei de utilizare. Convorbire între consumatori, fabricantul de cuptoare electrice şi întreprinderea de alimentare cu energie electrică. El. Wirtsch., vol. 56 (1957), nr. 17, pag. 599—607, 14 fig.

621.311 : 12/14.621.365.003

Se publică schimbul de păreri ce a avut loc între reprezentanţii întreprinderii de alimentare cu energie electrică, un consumator ce lua în considerare instalarea a două cuptoare electrice de cîte 70 t cu o putere nominală de cîte 15 MVA şi fabricantul de cuptoare, în vederea cercetării în comun a posibilităţilor ieftinirii energiei electrice prin măsuri tarifare, tehnice şi organizatorice la consumator.

Cu această ocazie se prezintă sub formă de diagrame un interesant material în legătură cu condiţiile de funcţionare a cuptoarelor electrice

E. 738 *i. s.*

Centrale hidroelectrice în construcţie în R.P. Chineză. Ma Sen-Tin, Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo, nr. 8, pag. 48—52.

621.311.21.620.91/2(51)

Utilizarea bogatelor resurse hidroenergetice ale Chinei a căpătat o mare dezvoltare după revoluţie. S-au construit şi se construiesc multe uzine de putere mijlocie, printre care cele mai importante sînt :

CHE Gutian ($P_i = 60$ MW) este de tipul derivaţie, dispunînd în etapa finală de un baraj de 50 m, o galerie de 2 km şi 4 m diametru, realizîndu-se o cădere brută maximă de 130 m.

CHE Saninţsan ($P_i = 60$ MW) este o uzină baraj cu sala maşinilor în interiorul barajului. Debitul mediu de 88,4 m³/s, utilizat sub o cădere maximă de 52 m, asigură o producţie anuală de 290 GWh.

CHE Sitzflan ($P_i = 48$ MW; $E = 176$ GWh/an) reprezintă treapta superioară de amenajare a unei cascade de patru uzine, care pe o lungime de rîu de 20 km utilizează o cădere de 140 m. Dispunînd de un lac cu regularizare superanuală, exploatarea cascadei va fi îmbunătăţită (două UHE sînt în exploatare şi una în curs de construcţie).

CHE Liusiho ($P_i = 42$ MW) este de tipul derivaţie şi dispune de un baraj cu un lac cu regularizare superanuală.

CHE Guantin este situată pe lîngă un baraj de pămînt de 1 milion m³, care realizează o acumulare de 2 miliarde m³ apă, în vederea micşorării viiturilor, alimentării cu apă a Pekinului şi irigării unor întinse suprafeţe.

S-au început sau se vor începe în curînd lucrările de construire a unor uzine mai mari : CHE Sanminsa (1 100 MW), CHE Liuţzisa (1 000 MW), CHE Sinanţzian (580 MW), cascada de patru CHE pe rîul Hiho (400 MW), CHE Tepenpu (300 MW) ş. a.

Sînt în curs de întocmire schemele de amenajare complexă a fluviilor Ianţe şi Amur.

E. 739 *a. c.*

Dezvoltarea hidroenergeticii în Norvegia. Water Power, nr. 12 (1956), pag. 446.

621.311.1.627.8(481)

În prezent în Norvegia sînt în construcţie cca. 70 CHE. Creşterea puterii instalate a CHE a fost în 1956 de 330 MW, prevăzîndu-se următoarele valori pentru anii următori : în 1957 — 340 MW, în 1958 — 360 MW şi în 1959 — 380 MW. În total, se consideră că actuala putere instalată în CHE de 4 000 MW se va mări pînă în 1960 cu încă 1 400 MW.

Dintre CHE în construcţie, cea mai importantă este CHE Tokke, care va dispune în prima etapă de o putere de 4×100 MW.

Energia hidroelectrică apare dominantă, aproape unică în balanţa energetică a Norvegiei. Producţia de energie a crescut de la 10 TWh în 1939 la 22 TWh în 1955. Investiţiile în construcţiile hidroenergetice reprezintă aproape o treime din totalul investiţiilor ce se fac în ţară. Costul foarte avantajos al energiei hidroelectrice a dus la dezvoltarea anumitor ramuri industriale, ca: electrometalurgia, industria chimică etc.

E 740 *a. c.*

Exploatarea centralelor hidroelectrice de pompare la temperaturi foarte scăzute. Kolb H., El. Wirtsch., vol. 56 (1957), nr. 19, pag. 703—708, 10 fig.

621.311.21 : 004.2

Centralele hidroelectrice de pompare au în general o exploatare mai pretenţioasă datorită regimului lor variabil de funcţionare. Pretenţiile faţă de astfel de instalaţii sînt cu atît mai valabile în perioade de lipsă de energie, adică în special iarna. Articolul descrie experienţa de exploatare în iarna deosebit de friguroasă 1955—1956 a centrului hidroelectric Pfreimd din Bavaria, în care au fost instalate două grupuri de pompare a cîte 35 MW în 1955. După o perioadă de frig intens în care s-au înregistrat temperaturi de —35°C a urmat o perioadă de dezgheţ cu ape mari.

Deşi instalaţiile electromecanice şi partea constructivă s-au comportat bine în această primă iarnă de exploatare, s-au putut degaja unele învăţăminte interesante. Astfel a rezultat că, încă de la începutul perioadei friguroase, trebuie îndeplinite toate preparativele la timp şi în mod conştiincios. Pe lîngă o încălzire larg dimensionată a tuturor punctelor ce pot fi afectate de frig, toate maşinile şi agregatele de servicii interne funcţionînd cu apă nu trebuie oprite pe perioade de timp îndelungate.

O atenţie deosebită trebuie acordată urmăririi formării păturii de gheaţă în lacul de acumulare şi acţiunii acesteia asupra instalaţiilor, clapetelor, vanelor de golire de fund, grătarelor etc.

În măsura în care printr-o exploatare convenabilă se poate influenţa formarea păturii de gheaţă, aceasta trebuie menajată spre a nu fi spartă, deoarece constituie un excelent izolant termic pentru cantitatea de apă aflată dedesubt.

La formarea unui strat gros de gheaţă nivelul minim al lacului trebuie sporit cu grosimea stratului de gheaţă spre a evita ca gheaţa să se formeze în jurul fundaţiilor şi la funcţionarea în regim de pompare să fie împinsă în sus şi să smulgă fundaţiile provocînd pagube incalculabile. Deoarece observarea formării gheţii nu este o operaţie lipsită de riscuri se recomandă instalarea unui dispozitiv de măsură de la distanţă.

E. 741 *a.c.m.*

Energetica nucleară

Primul reactor de cercetări din Cehoslovacia a intrat în funcţiune. Atomwirtschaft, vol. 2 (1957), nr. 10, pag. 342—43.

621.039

La 25 sept. a fost pus în funcţiune lîngă Praga, la Institutul de fizică nucleară al Academiei cehoslovace de ştiinţe reactorul de cercetări livrat de U. R. S. S. şi montat cu concursul specialiştilor sovietici.

Reactorul are o putere de 2000 kW şi lucrează cu uraniu îmbogăţit cu U-235 în proporţie de 10%. Ca moderator şi reflector serveşte apa distilată care constituie în acelaşi timp şi agentul de răcire al părţii active a reactorului.

E. 742 *i. s.*

Organizarea cercetării şi tehnicii nucleare în R.D.G. Atomwirtschaft, vol. 2 (1957), nr. 10, pag. 341—42.

621.039

Organizarea cercetării şi tehnicii nucleare în R. D. Germană este următoarea:

Conducerea supremă o are Consiliul de Miniştri al R.D.G. Pe lîngă Consiliul de Miniştri s-a instituit în 1955, cu sediul în Berlin, un consiliu ştiinţific pentru folosirea paşnică a energiei atomice cu cinci comisii pentru: izotopi, protecţia contra radiaţiilor, aparate, probleme juridice şi relaţii internaţionale şi formarea cadrelor.

Organul central administrativ în acest domeniu este Oficiul pentru cercetări şi tehnica nucleară care este subordonat direct Consiliului de Miniştri. Conducătorul Oficiului dispune de un colegiu şi un consiliu tehnico-ştiinţific consultativ.

Sarcinile principale ale Oficiului sînt: promovarea, coordonarea şi controlul lucrărilor de specialitate, în special planificarea şi proiectarea investiţiilor pentru cercetări şi aplicarea tehnicii nucleare, procurarea şi distribuţia combustibililor nucleari şi a substanţelor radioactive, colaborarea internaţională şi supravegherea protecţiei contra radiaţiilor ca şi protecţia sănătăţii şi a muncii.

Oficiului îi sînt subordonate o serie de institute ştiinţifice şi unele întreprinderi de stat de specialitate.

E. 743 *i. s.*

Comanda centralei atomoelectrice Hinkley Point. Atomwirtschaft, vol. 2 (1957), nr. 10, pag. 342.

621.039

Autoritatea Centrală a Energiei Electrice din Marea Britanie (CEA) a prescris comanda pentru cea de a patra centrală atomoelectrică engleză în sept. 1957.

CAE Hinkley Point va avea o putere instalată de 500 MW şi va costa aproximativ 60 mil. l. st. Ea are două reactoare de tipul celor de la Calder Hall şi parametri aburului la intrarea în turbine de 45 at 360° resp. 13 at 355° C.

E. 744 *i. s.*

Avarie la Windscale. Atomwirtschaft, vol. 2 (1957), nr. 10, pag. 342.

621.03

După comunicarea Comisiei Energiei Atomice din Marea Britanie, în ziua de 10 oct. a. c., s-au încălzit pînă la roşu unele din barele de uraniu din zona centrală a reactorului nr. 1 de la instalaţia de producere de plutoniu de la Windscale, în timp ce reactorul era scos din funcţiune pentru înlocuirea de elemente şi lucrări de revizie. Prin introducerea de apă în reactor a fost oprită încălzirea şi procesul de ardere redus astfel încît nu a avut loc o explozie sau incendiu. Reactorul a fost totuşi scos pentru cîteva luni din exploatare.

Funcţionarea centralei vecine Calder Hall A nu a fost influenţată; pe şantierul extinderii Calder Hall B lucrul a fost însă întrerupt.

Ca apărare contra radiaţiilor din timpul avariei, s-a organizat o supraveghere continuă a teritoriului vecin şi a mării, s-a oprit vînzarea laptelui provenind din această regiune etc.

Comisia Energiei Atomice subliniază că o astfel de avarie a putut interveni numai la un reactor de tip vechi cu răcire cu aer în circuit deschis ca cel de la Windscale şi că nu poate apare la reactoare ca cele de la Calder Hall sau noile centrale atomoelectrice engleze cu circuit primar de răcire închis.

E. 745 *i. s.*

Probleme fizico-tehnice de siguranţă la reactoare nucleare. Schulz, E. şi Wiesenach, G., BWK, vol. 9 (1957), nr. 10, pag. 493—503, 8 fig., 12 tabl., 25 ref. bibl.

621.039(004)

Se prezintă o sinteză a problemelor de siguranţă la reactoarele nucleare. În timp ce unele interesează marele public şi în deosebi forurile de avizare, altele interesează numai pe proiectanţii şi personalul de exploatare al centralelor atomoelectrice. O tratare generală a acestor probleme fiind în aceste condiţii imposibilă, autorii au ales pentru o expunere mai largă cîteva teme mai importante, restul fiind numai menţionate în funcţie de importanţa lor.

Se tratează în mod special problemele: alegerea amplasamentului şi tipului reactorului, măsurarea nivelului de radioactivitate în apă, aer şi pămînt, dispozitivele de siguranţă şi reglaj ale reactorului nuclear, execuţia şi modul de lucru al sistemului de siguranţă, protecţia personalului contra radiaţiilor şi tratarea resturilor radioactive.

Se conchide că azi se pot construi reactoare şi centrale atomoelectrice cu astfel de siguranţă şi grad de protecţie încît temerile opiniei publice nu mai sînt îndreptăţite.

E. 746 *i. s.*

Ameliorarea valorificării uraniului. Die Atomwirtschaft, vol. 2 (1957), nr. 5, pag. 174.

621.039

După Sir John Cockcroft, directorul Organizaţiei de cercetări nucleare din Anglia, în 1960 producţia de uraniu va fi de ordinul 30 000 t. La actualul randament al reactoarelor, această cantitate va livra căldura ce corespunde la circa 300 mil. t de cărbuni.

Spre 1970, se poate conta că aceleiaşi producţii anuale de uraniu îi va corespunde o cantitate de căldură echivalentă cu cea dată de 1 mrd. de t de cărbune.

E. 747 *i. s.*

Influenţa preţului plutoniului asupra dezvoltării reactoarelor. Hardung-Hardung, H. Atomwirtschaft, vol. 2 (1957), nr. 11, p. 367—68.

621.039.003

Valoarea plutoniului, care este produs obligatoriu în aproape orice tip de reactor, are o importanţă deosebită pentru calculele tehnico-economice ale centralelor atomoelectrice. Preţul energiei electrice produse în astfel de centrale nu depinde numai de:

— cota de amortizare a reactorului
— cheltuielile de prelucrare a combustibilului nuclear
— conţinutul de energie al materialului fisionabil folosit
— gradul de valorificare a acestui combustibil
— factorul de conversiune
— randamentul termodinamic
— cotele de amortizare a restului instalaţiilor
— factorul de încărcare al centralei
— cheltuielile de asigurare
— preţul combustibilului nuclear,

ci înainte de toate şi de:

— preţul ce se poate obţine pentru plutoniul produs.

Pentru acele reactoare care produc plutoniul numai ca produs *secundar* şi nu îl refolosesc în circuitul propriu, o majorare a preţului plutoniului are urmări pozitive, degrevînd corespunzător costul energiei electrice produse; în schimb alte reactoare, ca de ex. reactoarele regeneratoare cu thoriu, care nu folosesc uraniu-238 şi ca atare nu au posibilitate unei degrevări prin vînzarea combustibilului nuclear folosit, ci pentru unele tipuri folosesc chiar plutoniu ca material de demarare, acestea vor fi foarte dezavantajate de o astfel de urcare de preţ. Prin urmare o urcare a preţului plutoniului dezavantajează tocmai tipurile cele mai moderne de reactoare. De aceea recenta majorare a preţului cu care Comisia Energiei Atomice din S.U.A. plăteşte plutoniul ce i se livrează, de la 50—180 DM (mărci R. F. G.) pe gram la 130—190 DM/g nu poate rămîne fără influenţă asupra orientării viitoare a dezvoltării reactoarelor.

Autorul analizează consecinţele posibile ale acestor intervenţii în anii imediat următori, dar încearcă şi consideraţii pentru epoca în care plutoniul, pierzînd din interesul actual pentru înarmare şi fiind produs şi în cantităţi mai mari de reactoarele ce vor intra între timp în funcţiune, va ajunge să fie negociat la libera tranzacţie. Preţul apreciat în aceste condiţii ar fi de ordinul 40—100 DM/g.

În orice caz, în calculele tehnico-economice pentru viitoarele centrale atomoelectrice trebuie dată o deosebită atenţie preţului cu care se introduce în aceste calcule valoarea plutoniului recuperat.

E. 748 *i. s.*

MŰSZAKI KÖNYVTÁR 1883

СОДЕРЖАНИЕ

* * * : Первая конференция электротехнических работников РНР 1

* * * : Речь г. инж. Г. Гастона Марина, председателя Государственной Плановой Комиссии на заключительном заседании Конференции электротехнических работников РНР, 14 ноября 1957 г. 2

N. Gheorghiu: Внедрение новой техники в промышленности электроэнергии РНР 5

I. Velea: Внедрение новой техники в отраслях промышленности, потребляющих электроэнергию 10

M. Bercovici: Развитие технико-научных исследований на промышленных предприятиях . . 16

* * * : Доклад о работах секции электроэнергии 20

N. Moldoveanu: Конференция электротехнических работников Р.Н.Р. 22

* * * : Сокращенные содержания докладов представленных на конференции 30

* * * : Перечень сообщений 47

ДОКУМЕНТАЦИЯ 49

INHALTSVERZEICHNIS

* * *: Die erste Tagung der Elektrotechniker aus der Rumänischen Volksrepublik 1

* * *: Wortlaut der von Ing. Gh. Gaston Marin, dem Vorsitzenden der Staatlichen Planungskomission, anlässlich der Schlussitzung der Tagung der Elektrotechniker aus der Rumänischen Volksrepublik am 14. November 1957 gehaltenen Rede. 2

N. Gheorghiu: Die Anwendung zeitgemässer Technik in der elektrizitäterzeugenden Industrie der R.V.R. . . 5

I. Velea: Die Anwendung zeitgemässer Technik in der elektrizitätverbrauchenden Industrie der R.V.R. . . 10

M. Bercovici: Die Entwicklung der technisch-wissenschaftlichen Forschung in den Industrieunternehmungen . 16

* * *: Bericht über die Arbeiten der Sektion „Elektrische Energie" der Tagung der Elektrotechniker Rumäniens 20

N. Moldoveanu: Die Tagung der Elektrotechniker aus der R.V.R. 22

* * *: Auszüge der im Rahmen der Sektion Elektrische Energie vorgelegten Referate 30

* * * Gesamtverzeichnis der vorgelegten Referate . . 47

DOKUMENTATION 49

SOMMAIRE

* * *: Première Conférence des Electriciens de la République Populaire Roumaine 1

* * * : Discours de l'Ing. Gh. Gaston Marin, président de la Commission d'Etat de Planification, à la séance de clôture de la Conférence des Electriciens, le 14 novembre 1957 2

N. Gheorghiu: Introduction de la nouvelle technique dans l'industrie roumaine d'énergie électrique 5

I. Velea: Introduction de la nouvelle technique dans les industries consommant de l'énergie électrique . . . 10

M. Bercovici: Développement de l'activité de recherches technico-scientifiques dans les entreprises industrielles 16

* * *: Rapport sur les travaux de la Section „Energie électrique" 20

N. Moldoveanu: La conférence des électriciens de la R.P.R. 22

* * *: Résumés des rapports concernant la section Energie éléctrique 30

* * *: Liste des rapports présentés à la Conférence . . 47

DOCUMENTATION 49

CONTENTS

* * *: First Conference of Roumanian Electricians . . 1

* * * : Speech of Eng. Gh. Gaston Marin, President of the State Planning Commission, at the closure of the Conference of Electricians, on November 14, 1957 2

N. Gheorghiu: Introduction of the new technique in the Roumanian industry of electric energy 5

I. Velea: Introduction of the new technique in industries consuming electric energy 10

M. Bercovici: Development of technical-scientifical researches in industrial enterprises 16

* * *: Report on the proceedings of Section „Electric Energy" 20

N. Moldoveanu: Conference of the Roumanian electricians 22

* * *: Extracts of papers relating to electric energy problems 30

* * *: List of presented papers 47

DOCUMENTARY 49

Ingineri și tehnicieni,

ABONAȚI-VĂ *la revistele tehnice de specialitate elaborate de Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor, care aduc la cunoștința cadrelor tehnice din producție, învățămînt, cercetare și proiectare ultimele realizări obținute în științele tehnice din țară și străinătate.*

Apar lunar:

Automatica și electronica
Celuloză și Hîrtie
Electrotehnica
Energetica
Hidrotehnica
Industria Construcțiilor și a Materialelor de Construcții
Industria Lemnului
Industria Textilă
Industria Ușoară
Petrol și Gaze
Revista de Chimie
Revista Minelor
Revista Pădurilor
Revista Transporturilor
Telecomunicații

Un abonament anual pentru ingineri și tehnicieni lei 30; pentru biblioteci, instituții, cabinete tehnice etc. lei 96, prin cont virament Nr. 071012 DOC B.R.P.R.

Abonamentele se primesc la sediul Consiliului Central A.S.I.T. din București — Calea Victoriei 118, Telefon 3.48.00

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R. P. R. și al Departamentului Energiei Electrice — Redacția: București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 3.07.30 3.57.28 și 6.78.78 — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I.V. Stalin, Telefon: 3.48.00 — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la redacția și administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară, precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul Central A.S.I.T. 071012 D.O.C. — B.R.P.R. — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual — Prețul unui exemplar: lei 5. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică Nr. 3 București.

LEI 5

E 2039

ENERGETICA

Könyvtár
TUL
2

1958

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

1. Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.
2. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.
3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.
4. Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.
5. Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.
6. În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.
7. Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.
8. Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.
9. Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.
10. Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.
11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.
12. Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.
13. Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.
14. Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.
15. Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.
16. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.

E 2039.

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 2 FEBRUARIE 1958

SUMAR

V. Boico şi *I. Savu* : Consideraţii energetice în legătură cu noua conductă magistrală de gaze naturale spre vestul R.P.R. 49

C. Dinulescu : Spargerea ţevilor de ecrane din cauza circulaţiei defectuoase (II). 54

I. Chenzbraun : Despre unele deficienţe ale protecţiei secţionale folosite în reţelele cu neutrul izolat şi metodele de înlăturare a acestora. 64

S. Solomon : Calculul debitelor de iarnă pe rîuri foarte mari şi fluvii, în cazul formării unui pod de gheaţă. 70

D. D. Matei : Controlul rezistenţei de izolaţie în instalaţia de curent continuu operativ din staţiile şi din centralele electrice. Calculul şi verificarea schemei electrice. 72

ENERGETICA PESTE HOTARE 79

DIN VIAŢA ASOCIAŢIILOR NAŢIONALE DE INGINERI ELECTRICIENI DIN ALTE ŢĂRI

C. Apetrei : Congresul Societăţii Franceze a Electricienilor de la Nancy (25—28 septembrie 1957). 81

DOCUMENTARE 85

RECENZII 94

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. ing. **Ioan D. Stăncescu** redactor responsabil, conf. ing. **C. Mihăileanu** redactor responsabil adjunct, **Ing. N. Armencoiu**, conf. ing. **I. A. Badea**, prof. ing. **M. Bercovici**, membru corespodent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu**, ing. **V. Cozelciuc**, ing. **P. Dimo**, prof. ing. **C. Dinculescu**, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Herescu**, conf. ing. **N. Moldoveanu**, prof. ing. **C. Penescu**, ing. **P. Vicol**, prof. ing. **I. Vlădea**

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 2
FEBRUARIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

MŰSZAKI KÖNYVTÁR BUDAPEST

Institut de Documentare Tehnică BUCUREȘTI
OBMEH - CMEHA
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

662.69.003.1

Considerații energetice în legătură cu noua conductă magistrală de gaze naturale spre vestul R. P. R.

*VLADIMIR BOICO**) *și IOSIF I. SAVU**) — București

După o trecere în revistă a principalelor considerații care justifică dezvoltarea importantă a resurselor și consumului de gaze naturale, se face o descriere a caracteristicilor noii conducte magistrale de transportat gaz metan spre vestul R.P.R. Autorii analizează multiplele avantaje ce rezultă din instalarea acestei conducte și în încheiere prezintă considerentele energetice de bază avute în vedere la introducerea gazelor naturale în vestul țării.

Conducta pentru transportul gazului metan spre vestul țării reprezintă un prim pas dintr-un vast program de dezvoltare a sistemului de conducte magistrale, ce se prevede a fi înfăptuit în al II-lea și al III-lea plan cincinal.

În declarația asupra politicii guvernului, făcută în fața Marii Adunări Naționale, în martie 1957, tovarășul Chivu Stoica a arătat deosebita însemnătate pe care o are folosirea gazului metan drept combustibil pentru nevoile industriale și pentru nevoile de consum casnice ale populației, trasînd astfel principalele obiective viitoare în această privință :

„În vederea unei mai bune aprovizionări a industriei și a populației cu combustibil, se va începe în acest an construcția conductei magistrale de gaz metan, în lungime totală de circa 600 km, care va alimenta Hunedoara și Reșița ajungînd pînă la Timișoara și Arad ; de asemenea se construiește conducta Gura Sutii — București, care va intra în funcțiune spre sfîrșitul acestui an. În anii următori ai celui de-al doilea cincinal, se va construi o conductă magistrală de gaz metan spre Moldova... În același timp, se va construi o nouă conductă de mare capacitate, care va alimenta cu gaze capitala țării".

Construcția acestor conducte de transportat gaze constituie traducerea în viață a unui obiectiv de bază al politicii energetice în al doilea cincinal, care prevede că gazul metan trebuie să devină principalul combustibil care să preia nevoile crescînde de energie ale R.P.R. în al II-lea și în al III-lea cincinal.

Însemnatele rezerve geologice de gaz metan pe care le posedă țara noastră, dar mai ales anumite considerente energetice fundamentale și o serie de factori tehnico-economici justifică cu prisosință dezvoltarea cu prioritate a resurselor și a consumului de gaz metan.

În ce privește situația balanței energetice a țării, trebuie să se arate că creșterea impetuoasă a consumului de energie înregistrată în primul cincinal — cînd a fost acoperită, mai ales, prin dezvoltarea bazei energetice de combustibili lichizi — continuă și în cincinalul al doilea. În acest cincinal, se prevede o mai bună utilizare a păcurii — principalul combustibil lichid — în sensul adîncirii prelucrării petrolifere, în vederea obținerii unor cantități sporite de produse superioare (benzine, uleiuri minerale etc.).

Totodată, producția de cărbune fiind afectată în măsură din ce în ce mai mare pentru nevoile siderurgiei (cărbuni pentru fabricarea cocsului metalurgic), iar dezvoltarea de mari proporții — cerute de evoluția consumului de energie — a producției de cărbuni în scopuri energetice necesitînd un important efort de investiții, dar mai ales timp îndelungat, gazul metan apare, în actualele condiții specifice țării noastre, ca fiind combustibilul cel mai indicat a prelua o parte din ce în ce mai mare din creșterea rapidă și de proporții însemnate a necesarului de energie. La această necesitate a balanței energetice a R.P.R. se adaugă și condițiile deosebit de prielnice în care poate fi dezvoltată la noi producția de gaz metan, în comparație cu producția celorlalți combustibili.

Pentru a ilustra aceasta, se va prezenta, în tabela 1, o situație comparativă a principalilor indici tehnico-economici ai producției de combustibil în R.P.R. (valoarea orientativă pe perioada 1956 — 1960). Concluzia în favoarea dezvoltării cu prioritate a resurselor de gaz

*) V. Boico și I. Savu fac parte din Comitetul de Stat al Planificării.

metan, în măsura în care situaţia rezervelor nu constituie un factor limitativ, decurge de la sine.

Tabela 1

Felul indicelui	Cărbune total	Lignit	Ţiţei prelucrat	Gaz metan transportat
Investiţii capitale specifice, lei/t, comb. conv.	100	37,5	—	37,5—62,5
Productivitatea muncii t.c.c./muncitor an	100	82	570	2 800
Cost de producţie lei/t. comb. conv.	100*)	130—150	64	9,5—14

*) Se referă numai la cărbunii de Valea Jiului.

Dacă la acestea se mai adaugă şi avantajele folosirii în consum a gazului metan — posibilitatea producerii de energie electrică ieftină, fără transporturi inutile şi costisitoare, eliberarea unor importante cantităţi de cărbune, dar mai ales de păcură ce va putea fi destinată pentru export, îmbunătăţirea şi ieftinirea deservirii populaţiei cu combustibil etc. — justeţea orientării în şi mai mare măsură spre consumul de gaz metan devine cît se poate de evidentă.

De altfel, tendinţe similare de dezvoltare deosebită a consumului de gaze naturale se constată — în ultimul timp — în numeroase ţări, bineînţeles dintre cele care deţin importante rezerve geologice de gaze. Aşa, de exemplu, în U.R.S.S., tov. N. S. Hruşciov a arătat recent (în raportul prezentat la sesiunea jubiliară a Sovietului Suprem, cu prilejul aniversării a 40 de ani de la Marea Revoluţie Socialistă din Octombrie) necesitatea acordării unei atenţii deosebite folosirii mai largi, în economia naţională, a gazelor şi a petrolului în locul cărbunelui, precizînd totodată că există o serioasă rămînere în urmă în această privinţă, întrucît în Uniunea Sovietică gazele naturale alcătuiesc numai 4% din totalul extracţiei principalelor tipuri de combustibil, deşi ţara dispune de rezerve de gaze naturale extrem de bogate. Prezentînd cîteva dintre avantajele considerabile ale unei mai bune folosiri a gazelor naturale, şi anume :

— faţă de extracţia unei tone de cărbune, extracţia unei cantităţi echivalente de gaze naturale (calculat în combustibil convenţional) este cu mult mai economică, consumul de muncă la gaze fiind de circa 20 de ori mai mic, iar costul de producţie de aproape 12 ori mai mic ;

— dezvoltarea industriei gazelor face posibilă desfăşurarea pe scară mai largă a lucrărilor de gazificare a oraşelor şi a aşezărilor muncitoreşti, permiţînd în felul acesta eliberarea a zeci de milioane de oameni ai muncii de la cheltuirea neproductivă de timp şi de muncă în viaţa de toate zilele.

Tov. Hruşciov a arătat că se urmăreşte sporirea, în următorii 10—15 ani, a extracţiei şi a producţiei de gaze naturale în U.R.S.S., de aproximativ 13—15 ori, respectiv atingerea cifrei considerabile de 270—320 miliarde m³/an. De asemenea, şi într-o serie de ţări capitaliste, industria gazelor naturale înregistrează progrese importante ; cîteva exemple sînt edificatoare în această privinţă :

— În Italia, în numai doi ani, producţia a crescut de la 2 874 mil m³ în 1954 la 4 346 mil m³ în 1956, gazele fiind distribuite în oraşele şi centrele industriale din nordul ţării, printr-o extinsă reţea de conducte, pe baza zăcămintelor aflate în valea inferioară a Padului ;

— În Franţa, producţia s-a cifrat la numai 344 mil m³ în 1956 (din care 330,8 mil m³ din cîmpul Saint-Marcet), însă producţia cîmpului de la Lacq (sudul Franţei) — începută în 1957 cu circa 1 mil m³/zi — urmează a fi înzecită pînă în 1962—1963. Au şi început pregătiri pentru construirea unor conducte în vederea transportării gazelor extrase din acest cîmp ; se prevede construirea unei conducte magistrale de 880 km lungime către Paris, cu derivaţii către Lyon şi Nantes, lucrările urmînd a fi terminate pînă la finele anului 1961.

— Producţia de gaze naturale a Statelor Unite ale Americii s-a cifrat în 1956 la circa 360 miliarde m³, din care gaze comercializate (date în vînzare) circa 291,1 miliarde m³, faţă de circa 266,4 miliarde m³ în 1955, deci o creştere de 9,3%.

— În Argentina se proiectează construcţia unei conducte de transportat gaze naturale de la Campo Duran la Buenos Aires, în lungime de 1 690 km şi avînd o capacitate de circa 7 mil m³/zi.

— În alte ţări, ca de exemplu Canada, Pakistan şi altele, se remarcă, de asemenea, tendinţe spre o importantă dezvoltare a producţiei, a transportului şi a consumului gazelor naturale. Din programul Canadei, trebuie reţinută construcţia — aflată în curs de executare — a conductei transcanadiene de la Edmonton (statul Alberta) la Montreal, în lungime totală de aproximativ 3 600 km, avînd diametre de 34"—30"—24"—20" şi urmînd a fi terminată pînă la sfîrşitul anului 1958. Această conductă va asigura — printr-o derivaţie de la Winnipeg — şi un export de gaze naturale spre S.U.A.

Acest proiect canadian, cum şi conducta Stavropol — Moscova de 1 300 km cu 28" ∅ (cea mai mare conductă de gaze naturale construită pînă în prezent în Europa), confirmă rentabilitatea şi eficacitatea utilizării gazului natural drept combustibil chiar şi transportat la distanţe foarte mari, de mii de kilometri.

După cum rezultă din tabela 2, este demn de remarcat faptul că, în ce priveşte ponderea participării gazelor naturale în balanţa energetică a ţării respective, R.P.R. — cu peste 30% — se situează la loc de frunte, alături de S.U.A., unde circa 25% din necesarul total de energie al ţării este acoperit prin gaze naturale.

Tabela 2

Acoperirea necesarului de energie în anul 1955 (%)*)

	Consum mondial	S.U.A.	Europa occidentală	R.P.R.**)
Cărbune	41	28	74	21
Produse petrolifere	37	43	18	39
Gaze naturale	13	24	1	39
Energie hidraulică	9	5	7	1

*) Pe bază de unități convenționale SKE.
**) Nu s-au luat în considerare combustibilii vegetali.

În Italia, ponderea gazelor naturale în balanța totală a purtătorilor primari de energie, este în jurul a 10%, cu tendință de creștere în anii viitori. Franța pare să intre pe un făgaș asemănător deoarece, pe baza importantelor zăcăminte de la Lacq, are perspective ca, începînd din 1957, să înregistreze creșteri considerabile — de ordinul a circa 700 milioane pînă la 1 miliard Nm³ pe an — ale extracției de gaze naturale.

*

Conducta magistrală spre vestul Romîniei, prin lungimea ei totală de 580 km, va fi cea mai extinsă conductă de gaze construită în țara noastră, iar prin diametre și capacitate de transport se va situa printre cele mai importante conducte de acest fel.

Încă din perioada primului cincinal (1951—1955), cînd s-a ivit necesitatea începerii unui vast program de construcții de conducte pentru transportul gazelor naturale, s-a ales vestul țării ca prim obiectiv pentru o nouă conductă magistrală, deoarece în această zonă se află orașe și centre industriale cu o mare concentrație de consum de păcură și de cărbuni — principalii combustibili care trebuiau înlocuiți prin gaze — precum și însemnate centre aglomerate, pentru care se punea problema ridicării nivelului de deservire a populației cu combustibil și a înlocuirii anumitor cantități de lemne de foc.

Pe traseul proiectat al conductei vest, sînt amplasate marile centre siderurgice-metalurgice : Combinatul siderurgic „Gheorghe Gheorghiu-Dej" Hunedoara, Combinatul metalurgic „Reșița", Uzinele „Oțelul Roșu", orașele Arad, Timișoara și Lugoj, cu importante industrii constructoare de mașini, alimentară, ușoară, materiale de construcție și cu centrale termoelectrice etc. și alte orașe și centre (unități) industriale mai mici.

Potențialul de consum de combustibil al acestor orașe și centre industriale este foarte important ; în 1955 (cînd s-a elaborat proiectul conductei vest) se cifra la 0,9—1 mil t/an, combustibil convențional echivalent cu circa 800 mil m³/an gaz metan, reprezentînd următoarele procente din consumul industrial al R.P.R. (exclusiv consumul sectorului transporturi), la principalii combustibili :

— păcură	27%
— cărbuni superiori	24%

Pe baza acestui potențial de consum, la care s-au adăugat creșterile estimate pentru consumurile existente din 1955, precum și o rezervă destinată viitoarelor unități industriale prevăzute a fi amplasate pe acest traseu, s-a stabilit la 1,0—1,1 miliarde m³/an, debitul de gaz metan de transportat pe conducta spre vest, într-o primă etapă de exploatare a conductei pe baza presiunilor naturale de zăcămînt (fără stații de comprimare).

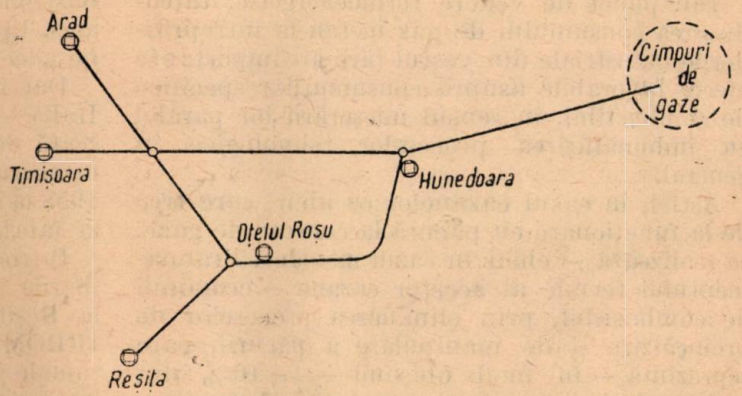


Fig. 1. Schema traseului conductei de gaz metan spre vest, cu indicarea centrelor mai importante de consum.

Întrucît pe traseul conductei se află numeroase centre cu populație densă, ca :

	Numărul de locuitori conform recensămîntului din 1956
Timișoara	142 300
Arad	106 500
Reșița	41 200
Hunedoara	36 700
Lugoj	30 300
Alte centre	66 000
Total	423 000 locuitori

(reprezentînd 10% din populația urbană a țării, exclusiv capitala), se prevede ca această conductă să aducă un aport însemnat și în ce privește îmbunătățirea aprovizionării cu combustibil a populației din aceste centre.

În acest sens, urmează ca, în timpul iernii, pînă la circa 50% din debitul orar al conductei să fie afectat consumului casnic.

În felul acesta, se va crea, în perioadele friguroase ale anului, un important vîrf de consum de gaz metan cauzat de consumul de încălzit, care nu va putea fi preluat integral pe gaze, capacitatea de transport a conductei nepermițînd aceasta (debitul pe oră-vîrf fiind sub necesarul de consum).

Ca urmare, pentru compensarea insuficienței debitului transportabil de gaz metan în orele

de vîrf de consum, va trebui să funcționeze un important „volan" de păcură (înlocuitor de gaze) la o serie de consumatori industriali, care în acest scop vor trebui să-și păstreze actualele instalații de ardere consumatoare de păcură, pentru ca la nevoie să poată funcționa în regim de consum mixt, gaze-păcură.

Totuși, chiar și în această situație, prin instalarea conductei de gaze spre vest se înlocuiesc cantități considerabile de păcură — important produs de export — deoarece, în cazul neexecutării acestei conducte, ar fi necesară o cantitate suplimentară de 600—700 000 t păcură pe an, a cărei contravaloare exprimată în prețuri de export ar reprezenta 10 — 12 mil. dolari pe an.

*

Din punct de vedere termoenergetic, introducerea consumului de gaz metan la întreprinderile industriale din vestul țării are importante efecte favorabile asupra consumurilor specifice de combustibil, în sensul micșorării lor paralel cu îmbunătățirea proceselor tehnologice în general.

Astfel, în cazul cazanelor cu abur, care trec de la funcționare cu păcură la consum de gaze, se realizează — chiar în cazul menținerii randamentului termic al acestor cazane — economii de combustibil, prin eliminarea proceselor de preîncălzire și de manipulare a păcurii, care reprezintă — în mod obișnuit — 4—10% din consumul de păcură al instalației respective.

În cazul folosirii cărbunilor, consumul de combustibil (respectiv de energie) pentru deservirea proprie a instalației poate atinge cifre și mai mari.

Cum însă, în cazul introducerii arderii gazului metan (bineînțeles cu arzătoare corespunzătoare și corect amplasate), randamentul termic al instalațiilor se îmbunătățește, în final se obține o reducere a consumului specific de combustibil, exprimat în unități convenționale, de ordinul 10—20%.

Consumul de păcură la cazanele de abur, care urmează a fi înlocuit cu gaz metan, reprezentînd circa 80—85% din consumul total de păcură din această zonă, rezultă o importantă scădere a consumului de combustibil, de ordinul 8—17%

Trebuie semnalat încă un aspect termoenergetic al introducerii gazului metan, și anume sporirea parametrilor termici ai instalațiilor și, în special, majorarea producției utile de abur (disponibilă pentru procesul tehnologic propriu-zis), pe seama reducerii consumului propriu și a îmbunătățirii randamentului.

La cazanele de abur, ca urmare a îmbunătățirilor arătate anterior, se poate conta pe un spor de producție a aburului disponibil pentru procese tehnologice, de ordinul a 10% și chiar mai mult. Acest spor este de multe ori foarte bine venit în întreprindere, permițînd o dezvoltare a producției fără o sporire a instalațiilor de cazane.

La cuptoarele industriale de diverse destinații și în special la cele pentru tratamente termice, introducerea gazului metan permite, de asemenea, o îmbunătățire substanțială a procesului tehnologic datorită unui amestec mai intim al gazului cu aerul de combustie și posibilităților mai ușoare de reglaj.

Dacă introducerea consumului de gaz metan în locul păcurii (și chiar al cărbunilor) la cazane de abur și la cuptoare nu prezintă, în general, dificultăți constructive — termotehnicienii noștri avînd suficientă experiență în acest domeniu — folosirea gazului metan în cuptoare de oțel S. M. ridică unele probleme în ce privește adaptarea instalațiilor, a procesului tehnologic și a dirijării proceselor termice conform specificului acestui combustibil. Totuși, calitățile combustibile superioare ale gazului metan și, mai ales, lipsa de sulf fac ca acest combustibil să fie adecvat utilizării la elaborarea oțelului S.M.

Dat fiind că în alte țări — spre exemplu în Italia — gazul metan se și folosește — pe o scară destul de largă — la elaborarea oțelului, urmează ca și la noi în țară să se treacă în anul 1958 la experimentarea folosirii gazului metan la fabricarea oțelului în cuptoare mari.

Introducerea consumului de gaz metan în marile combinate de la Hunedoara și de la Reșița a necesitat studii efectuate de IPROMET relativ la soluțiile cele mai raționale de folosire complexă a combustibililor în aceste combinate, și anume a gazului de furnal, a gazului de cocs, a gazului metan și a păcurii. Proiectele întocmite urmăresc folosirea cît mai completă a resurselor energetice proprii ale unităților respective, gazul metan urmînd doar a completa necesarul de combustibil, iar păcura fiind destinată în ultimă instanță numai pentru necesități speciale (colorarea flacării etc.).

Evoluția repartizării consumului între diversele feluri de combustibili este reprezentată în % în tabela 3 (exclusiv păcura pentru locomotive.)

Tabela 3

Felul combustibilului*)	C. S. Hunedoara			C. M. Reșița		
	1957	1958	1959	1957	1958	1959
Gaz de furnal	36,5	42	41,5	16	23	23
Gaz de cocs	8,5	26	23,5	7,5	10	9
Gaz metan	—	16	27,5	—	—	31
Păcură	55	16	7,5	76,5	67	37
Consumul total de combustibil*) 1957 = 100:	100	157	190	100	110	115

*) Nu s-a luat în considerare consumul de cărbuni și de cocs.

Cifrele din tabela 3 arată — afară de aspectul mobilizării din ce în ce mai accentuate a resurselor interne de gaze — în special scăderea importantă a ponderii păcurii în consumul de

combustibil al celor două combinate considerate, mai ales pe seama creşterii consumului de gaz metan.

Un alt domeniu, în care introducerea gazului metan va avea efecte deosebit de favorabile, este acela al utilizării gazului metan pentru consumul casnic al populaţiei. Avantajele folosirii gazului metan în locul lemnelor de foc în acest sector de consum sînt prea evidente pentru a le mai prezenta aici.

Printre alte efecte favorabile ale introducerii gazului metan în această parte a ţării noastre, este demn de reţinut efectul asupra îmbunătăţirii transporturilor de combustibili pe calea ferată.

În prezent, întreprinderile din această zonă se aprovizionează cu păcură provenită din rafinăriile din Ploieşti, vagoanele cisterne respective fiind nevoite a traversa munţii. Prin trecerea pe gaze a consumatorilor de păcură din vestul ţării, cea mai mare parte a transportului de păcură spre aceste centre va înceta sau se va reduce substanţial, păcura urmînd a fi transportată către alte destinaţii, pe distanţe sensibil mai mici.

Ca urmare a scurtării distanţei de transport, se va îmbunătăţi rulajul vagoanelor cisterne şi se estimează că, în felul acesta, vor deveni disponibile circa 400 de vagoane-cazane, care vor putea fi folosite în alte scopuri.

*

Pe baza celor expuse, principalele considerente energetice, de care se ţine seama la introducerea gazului metan pe traseul noii conducte spre vest, pot fi rezumate după cum urmează :

— se urmăreşte introducerea gazelor naturale la marile centrale de forţă ale combinatelor de la Hunedoara şi de la Reşiţa, la centralele termoelectrice din Arad, Timişoara etc., deci, în special, în sectorul industriei grele, dat fiind continuitatea consumului şi posibilităţile mai favorabile de manevrare cu „volan" de păcură în perioada de iarnă ;

— la C.S.H. şi C.M.R., se urmăreşte utilizarea la maximum a resurselor energetice interne (gaze de furnal şi gaze de cocs), gazul metan urmînd a fi folosit numai pentru completarea necesarului de combustibil ;

— se prevede introducerea gazului metan la unele cuptoare S.M., însă în mod treptat, dat fiind lipsa de experienţă şi timpul necesar pentru adaptarea instalaţiilor şi a procesului tehnologic pe acest combustibil ;

— nu este indicată înlocuirea consumului de lignit cu acela de gaz metan, dat fiind situaţia balanţei energetice a ţării, respectiv tendinţa susţinută de extindere a consumului de lignit ;

— se prevede introducerea termoficării industriale şi a celei urbane la Hunedoara, Reşiţa, Timişoara, Arad, fapt de care neapărat trebuie să se ţină seama în proiectarea reţelelor de distribuţie a gazelor, pentru ca reţelele de gaze şi cele de termoficare să fie perfect coordonate ;

— în scopul asigurării populaţiei cu gaz metan, în limitele permise de capacitatea de transport şi de buna exploatare a conductei, se prevede funcţionarea pe consum mixt gaze-păcură a unui număr important de consumatori industriali, care în prezent consumă păcură.

Ca un ultim aspect, trebuie arătat că preţul gazului metan fiind cu mult mai mic decît al tuturor celorlalţi combustibili, preţul de cost al producţiei — care în ultimă instanţă va trebui să reflecte toate avantajele ce decurg din trecerea pe gaz metan — va scădea în mod simţitor la întreprinderile care vor folosi gaz metan.

Astfel, de exemplu, kilowat-ora produsă în centrale cu turbine cu abur pe bază de gaz metan costă cu circa 30—45% mai ieftin decît kilowat-ora produsă în centralele funcţionînd cu combustibili lichizi sau solizi.

Se constată încă că — probabil datorită faptului că în unele sectoare industriale cota parte a combustibililor în preţul de cost este relativ mică — anumite întreprinderi nu acordă atenţia cuvenită unei folosiri raţionale a combustibililor, în general, şi a gazului metan în special.

De aceea, este necesar ca, atît în sectoarele economiei naţionale, în care ponderea combustibililor în preţul de cost al producţiei este mare (de exemplu, la producţia energiei electrice ponderea costului combustibilului în preţul de cost este de 40—60%), cît şi în cele unde această pondere este mai redusă (de exemplu, în industria alimentară şi uşoară este de numai 1—2%), să se ia măsurile necesare pentru buna urmărire a consumului de gaz metan, care prin calităţile sale se situează printre combustibilii cei mai valoroşi.

Evoluţia producţiei de energie electrică în ţările socialiste
(După Anuarul Statistic al R.P.R. 1957)

In MWh	1938	1948	1950	1955
U.R.S.S.	39 400	66 300	91 200	170 100
R.D. Germană	14 000	14 599	19 466	28 695
R. Cehoslovacă	4 115	7 513	9 290	15 013
R.P. Chineză	—	4 310	—	12 278
R.P. Polonă	3 628	7 514	9 421	17 751
R.P. Ungară	1 399	2 520	3 000	5 428
R.P. Romînă	1 130	1 500	2 113	4 340
R.P.F. Iugoslavă	1 090	2 061	2 408	4 340
R.P. Bulgaria	232	560	820	2 100

621.181.004.61

Spargerea ţevilor de ecrane din cauza circulaţiei defectoase (II)

C. DINULESCU*) — Bucureşti

In această a II-a parte a articolului, se expune o metodă de calcul al circulaţiei apei din cazane pentru determinarea intensităţii şi stabilităţii acesteia; se face apoi o aplicaţie numerică în două cazuri concrete, trăgîndu-se concluzii şi asupra eventualităţii stricării regimului normal de scurgere în emulsie.

Calculul circulaţiei în două cazuri concrete

I. Cazan de presiune şi producţie mijlocii : 40 at şi 50 t/h

II. Cazan de presiune şi producţie ridicate : 110 at şi 170 t/h

A. Observaţii preliminare

1. Pentru primul caz, se redă integral calculul, în timp ce pentru al II-lea caz se vor da numai rezultatele calculelor.

2. Pentru a nu încărca inutil studiul cu calcule ce nu sînt în directă legătură cu problema principală (circulaţia) se vor stabili solicitările termice, medii şi parţiale nu prin calcul direct pornind de la căldura cedată de combustibil, ci de la efectul util : căldura absorbită de ecrane, ştiind că în acestea are loc producerea integrală de abur.

3. Eventualitatea apariţiei nivelului liber a fost cercetată în primul caz care prezintă următoarea particularitate : în ecranele laterale lucrează în paralel un panou de 11 ţevi (pe care-l vom denumi anterior) cu un altul de 10 ţevi (posterior) cu înălţimi de încălzire şi solicitări termice diferite.

B. Metoda de calcul

O metodă analitică pentru calculul direct al intensităţii şi stabilităţii circulaţiei, într-un contur dat, nu este încă stabilită pînă în prezent întrucît fenomenul vaporizării şi scurgerii amestecului apă-abur sînt prea complexe ca să poată fi prinse în formule.

Metoda întrebuinţată în general pentru stabilirea vitezei de circulaţie este acea grafo-analitică : se trasează cele două curbe a presiunii utile şi a pierderilor de presiune pentru 3 viteze de circulaţie şi care, prin intersectare, determină viteza efectivă de circulaţie.

Pentru simplificarea calculului, precum şi pentru a ţine seama de efectul mişcării relative a aburului faţă de apă, Institutul T.K.T.I. a elaborat o metodă, care este şi oficializată şi care se bazează pe folosirea unor curbe şi nomograme, în care rolul cel mai important îl joacă următoarele două mărimi :

— Valoarea φ care reprezintă gradul de umplere cu abur al secţiunii ţevii la un nivel oarecare al ţevii şi care se exprimă prin raportul secţiunii de scurgere a aburului faţă de secţiunea totală a ţevii, sau altfel zis : fracţiunea din secţiune ocupată de abur.

— Viteza W_0'' : viteza de scurgere a aburului, nu însă cea reală, ci una convenţională, în sensul că debitul de abur s-ar scurge nu prin fracţiunea de secţiune efectiv ocupată de abur, ci prin întreaga secţiune.

Alte mărimi introduse de metodă vor fi precizate în cursul aplicaţiilor de mai jos.

C. Denumiri, notaţii, unităţi, formule de calcul

Solicitarea termică, vaporizare, parametri

1. Ecran lateral anterior : compus din primele 11 ţevi cu înălţime redusă de încălzire;

2. Ecran lateral posterior : compus din următoarele 10 ţevi, cu încălzire pe toată înălţimea.

3. Solicitare termică totală a ecranului kcal/h . . . Q.
   Solicitare termică medie kcal/m²h . . . . Q_{med}
   Solicitare termică a unei ţevi kcal/h . . . Q_1
4. Producere de abur a cazanului t/h . . . . D
5. Producere de abur a unei ţevi kg/s . . . D_1
6. Debit de alimentare $= (1 + p)\ D$ t/h . . . G_{al}
7. Debit de circulaţie a unei ţevi . . . . .kg/s G_1
8. Multiplu de circulaţie $n = G_1 : D_1$ . . . . . n
9. Viteza de circulaţie $W_0 = 4 . G_1 \cdot V' : \pi d^2$ m/s W_0
10. Coeficient de neuniformitate a solicitării termice k_n
11. Parametrii apei şi aburului în stare de saturaţie la presiune în cazan $p = 40$ ata

		apă	abur
— Presiune	ata	p	p
— Temperatură	°C	t	t
— Greutate specifică	h/m³	γ'	γ''
— Volum specific	m³/kg	V_0'	V_0''
— Entalpia	kcal/kg	i'	i''
— Căldura de vaporizare	kcal/kg		

12. Temperatura apei de alimentare la intrarea în tambur. . . . . °C $t_{a \cdot a}$
13. Entalpia apei de alimentare . . .kcal/kg $i'_{a \cdot a}$
14. Entalpia apei din cazan . . . . .kcal/kg $i'_{a \cdot c}$

Calculul presiunii motrice şi utile

15. „Insuficienţa" încălzirii apei din cazan, egală cu diferenţa entalpiilor apei în stare de fierbere şi cea a apei din cazan (practic egală cu diferenţa celor 2 temperaturi) : kcal/kg

$$\Delta i_{a.c} = i' - i_{a \cdot c} = \frac{i' - i_{a.a}}{n} \cdot \frac{G_{al}}{D}$$

în care :

D este debitul de abur al cazanului, t/h;

$G_{al} = (1 + p)\ D$ — debit de apă de alimentare, t/h;

p — purja cazanului, în %.

*) Ing. C. Dinulescu lucrează în Direcţia Electrificării din Departamentul Energiei Electrice.

16. Înălțimea de „economizor" a unui ecran: partea inferioară din ecran în care apa se încălzește până la temperatura de vaporizare

$$H_{eco} = \frac{\Delta_{iac} - \Delta_{icob} + \frac{\partial i'}{\partial p} \cdot 10^{-4} \left[H_{cob} - \frac{\Delta_{p\,cob}}{\gamma'} \right]}{\frac{Q_1}{H_{ase} \cdot G_1} + \frac{\partial i'}{\partial p} \cdot \gamma' \, 10^{-4}}$$

în care:

$\Delta_{i\,cob}$ este încălzirea țevilor coborîtoare, kcal/kg;

$\frac{\partial i'}{\partial p}$ — variația entalpiei apei cu presiunea;

H_{cob} — înălțimea țevilor coborîtoare;

Q_1/G_1 — solicitarea termică a unei țevi raportată la debitul de circulație respectiv, kcal/kg;

Δp_{cob} — pierderea de presiune în țevile coborîtoare, kg/m².

17. Înălțime de vaporizare H_{vap}. Porțiunea de țeavă încălzită începînd de la nivelul începerii vaporizării și supusă încălzirii.

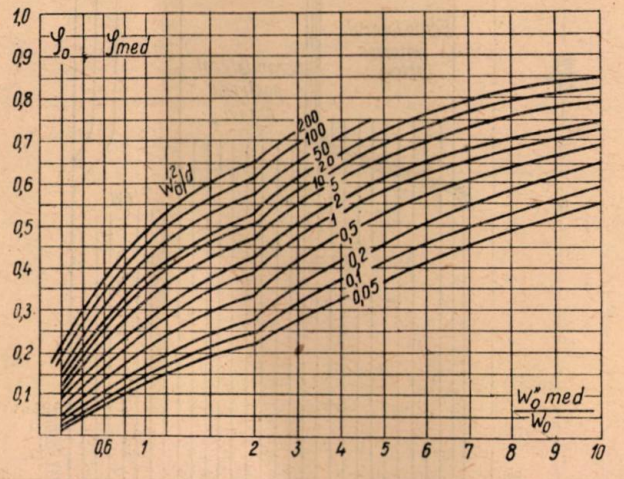


Fig. 1

18. Înălțime neîncălzită: H_{neinc}. Porțiunea de țeavă ce conține amestec de apă-abur, dar neîncălzită.

19. Înălțime urcătoare: $H_{urc} = H_{eco} + H_{vap} + H_{neînc} =$ = înălțimea totală a țevii de ecran.

20. Înălțime de ridicare a apei. Diferența de nivel între nivelul maxim al țevii de ecran și nivelul din tambur.

21. Contur fierbător. Ansamblul format dintr-o țeavă de ecran (urcătoare) sau mai multe și o țeavă coborîtoare de alimentare cu apă din tamburul superior prin colectorul inferior.

22. Viteza convențională a aburului în țeava de ecran la capătul porțiunii de vaporizare.

$$W''_0 = D_1 : f \cdot \gamma'' \text{ m/s.}$$

23. Viteza convențională medie a aburului într-o porțiune de țeavă urcătoare în care W''_0 variază . . . . $W''_{0\,med}$.

$$W''_{0\,med} = \frac{W''_{01} + W''_{02}}{2}$$ în care indicii 1 și 2 se referă la începutul și sfîrșitul porțiunii respective.

24. Valoarea $\varphi = \frac{f''}{f}$ = fracțiunea din secțiunea țevii de ecran ocupată de abur. Această valoare nu se poate calcula analitic, ci se ia din curbele *T.K. T.I.* (fig. 1), trasate în funcție de parametri W''_0/W_0 și W^2_0/d valabile pentru $p_0 =$ 32 ata; pentru a trece la o altă presiune (în cazul nostru 40) se aplică un factor de corecție k_p luat din nomograma *T.K.T.I.* (fig. 2).

Dacă pe înălțimea țevii de ecran, W''_0 variază, atunci se determină φ_{med} cu ajutorul lui W''_{0med}.

25. Presiune „motrice" a circulației

$$H_{motr} = \Sigma \varphi_{med.Kp} \cdot H_{urc} \, (\gamma' - \gamma'') \text{ kg/m}^2$$

însumînd toate porțiunile urcătoare ce conțin abur.

26. Presiunea utilă a conturului respectiv

$$H_{ut} = H_{motr} - \Delta p_{fr} - \Delta p_{loc} - \Delta p_{acc} \ldots \text{ kg/m}^2$$

27. Pierderea prin frecări în porțiunea urcătoare

$$\Delta p_{fr} = \frac{\lambda \cdot W_0^2 \cdot \gamma'}{2 \cdot g \cdot d} \, L \left[1 + \left(1 - \frac{\gamma''}{\gamma'} \right) \frac{W''_{0med}}{W_0} \right]$$

în care L este lungimea porțiunii urcătoare ce conține abur până la intrarea în tambur.

28. Pierderi prin rezistențe locale:

$$\Delta p_{loc} = \frac{\xi (W_0)^2}{2g} \cdot \gamma' \left[1 + \left(1 - \frac{\gamma''}{\gamma'} \right) \frac{W''_0}{W_0} \right].$$

29. Pierderi prin accelerare $\Delta p_{acc} = \frac{\gamma'}{g} \left(1 - \frac{\gamma''}{\gamma'} \right) W_0 (W''_0)$

Calculul pierderilor de presiune în țevile coborîtoare de alimentare

30. Pierdere totală:

$$\Sigma \Delta p = \Delta p_{fr} + \Delta p_{intr} + \Delta p_{col} + \Delta p_{es} + \Delta p_{rid}$$

31. Pierdere prin frecări: $\Delta p_{fr} = \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{W_0^2}{2g}$ kg/m²

$$\lambda_{practic} = 0{,}03$$

l — lungimea totală a conturului fierbător, minus lungimea țevii urcătoare ce conține abur;

W_0 — viteza apei în țeava coborîtoare respectiv în cea urcătoare, ce nu conține abur.

32 Pierdere prin ridicare

$$\Delta p_{rid} = (\gamma' - \gamma'') \, (1 - \varphi_0) h$$

în care h este diferența maximă de nivel la țevile ce intră în tambur deasupra nivelului.

33. Pierderi prin rezistențe locale:

$$\Delta_p = \xi \frac{(W_0)^2}{2g} \cdot \gamma'$$

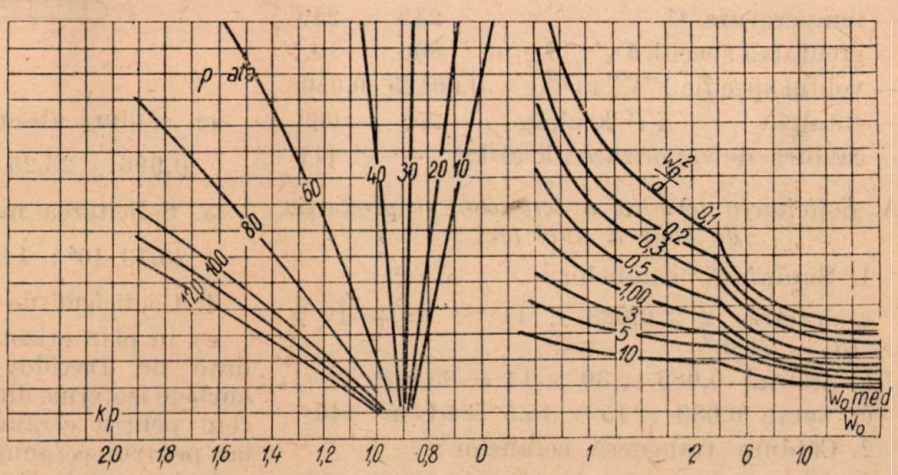


Fig. 2

a) $\xi = 0{,}5$ la intrare în țeava coborîtoare din tambur ;
b) $\xi = 1$ la intrare în țeava urcătoare din colector ;
c) $\xi = 0{,}1$ la coturile cu $\alpha = 30° - 70°$;
d) $\xi = 0{,}2$ la coturile $\alpha \geqslant 70$;

e) $\xi_{col} = C \cdot b \frac{F_{urc}}{F_{cob}} = 0{,}015 \cdot 130 \frac{3{,}5}{1} = 7$;

C = coeficient dependent de unghiul țevilor coborîtoare și urcătoare la intrare și ieșire din colector ;
$C = 0{,}015$ la $\alpha = 90°$ (Davidov)
b = diametrul (sau latura) colectorului ;
$\frac{F_{urc}}{F_{cob}}$ = raportul secțiunilor urcătoare și coborîtoare dintr-un contur = 21/6 = 3,5/1

Pentru că valoarea de 7 pentru ξ_{col} este mult diferită de cea indicată de Staricovici de 3,4, vom admite în calcul o valoare intermediară de $\xi_{col} = 6$.

f) $$\xi_{saibe} = \left(\frac{f}{f_0} - 1 + 0{,}707 \frac{f}{f_0}\sqrt{1 - \frac{f_0}{f}}\right)^2 =$$

$$= (2{,}25 - 1 + 0{,}0707 \cdot 2{,}25 \sqrt{1 - 0{,}445})^2 = 6$$

$$\frac{f}{f_0} = \left(\frac{76}{50}\right)^2 = 2{,}25 \qquad d = 76 \text{ mm}$$
$$d_0 = d_{saibă} = 50 \text{ mm}.$$

I. Calculul circulației într-un cazan de 50 t/h și 40 at

Aspectul conturului și elementele constructive ale ecranelor sînt arătate în fig. 3. Ca particularități semnalăm :

— pentru uniformizarea circulației în ecrane, în țevile coborîtoare ale ecranelor laterale, care au rezistența hidraulică mai mică decît celelalte ecrane, sînt prevăzute șaibe cu orificiul de 50 mm ;

— la ieșirea din colectoare, țevile ecranelor laterale trec întîi prin vatră și apoi urcă pe peretele opus.

I.a. *Calculul circulației în ecranul lateral anterior* :

Parametrii apei și aburului în stare de saturație la presiunea din cazan de 40 at.

	apă	*abur*
— temperatura °C	249	249
— greutatea specifică $\gamma'\gamma''$ kg/m	800	19,7
— volum specific $V'V''$ m³/kg	0,00125	0,0508
— entalpia $i'i''$ kcal/kg	258	669
— căldura de vaporizare γ kcal/kg	—	411

A. *Solicitarea termică a ecranelor și producția de abur a unei țevi*

1. Suprafața ecranelor :

a) laterale $2 \times 0{,}083 \times (11 \times 9 + 17 \times 13) = 54$ m²

b) frontal $0{,}083 \times 30 \times 14 = 35$ m²

c) spate $0{,}083 \times 45 \times 15{,}5 = 57$ m² 146

2. Căldura transmisă ecranelor :

a) temperatura apei la intrarea în tambur 200°C

b) entropia apei la intrarea în tambur 204 kcal/kg

c) căldura totală cedată ecranelor

$$50\,000 \times (669 - 204) = 23{,}25 \cdot 10^6 \text{ kcal/h}$$

d) căldura cedată țevilor coborîtoare (v. explicația mai jos)

$$0{,}005 \cdot 23{,}25 \cdot 10^6 = 120\,000 \text{ kcal/h}$$

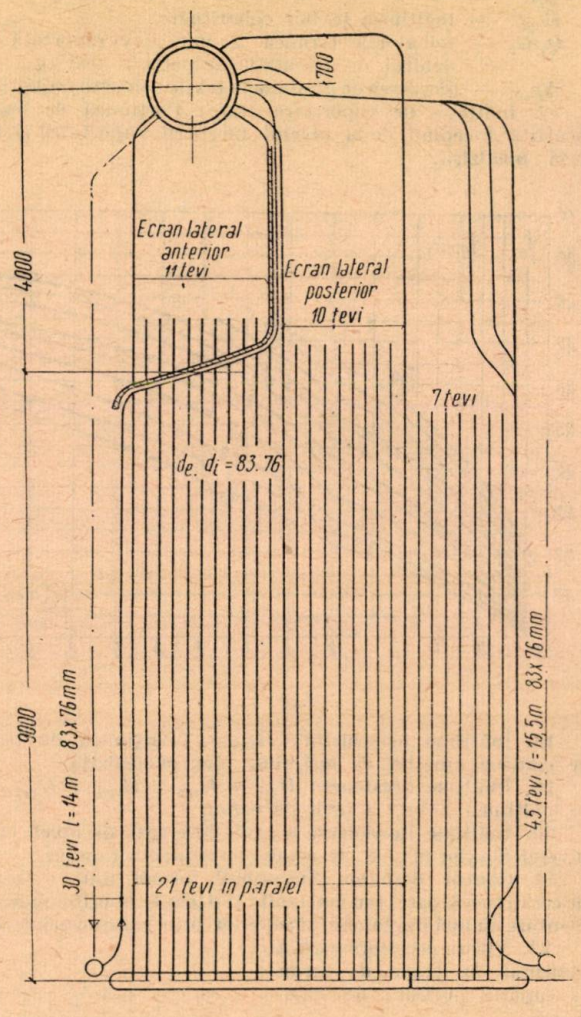


Fig. 3

e) căldura absorbită direct de ecrane

$$0{,}996 \times 23{,}25 \cdot 10^6 = 23{,}13 \cdot 10^6 \text{ kcal/h}$$

3. Solicitarea medie a ecranelor

$$23{,}13 \cdot 10^6 : 146 = 157\,000 \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

4. Coeficient de neuniformitate a solicitării

a) în plan orizontal : ținînd seama de cifrele date de Davidov-Staricovici precum și de curbele izoterme dintr-un caz asemănător, admitem pentru ecranul lateral anterior $k_n = 0{,}9$, iar pentru ecranul lateral posterior $k_n = 1{,}1$

b) pe verticală : ținînd seama de aceleași curbe, admitem la ecran lateral posterior în

partea inferioară de circa 9 m $k_n = 1{,}1$, în partea superioară de circa 4 m, $k_n = 0{,}25 \cdot 1{,}1$

5. Căldura absorbită de o țeavă a ecranelor laterale :

a) ecran anterior :

— prin încălzire directă

$$0{,}9 \cdot 157\,000 \cdot 0{,}083 \cdot 9 = 106\,000 \text{ kcal/h} = 29{,}5 \text{ kcal/s}$$

— prin încălzire indirectă (din vatră) :

$$0{,}005 \cdot 23{,}25 \cdot 10^6 : 2 \times 28 = 2\,080 \text{ kcal/h}$$

b) ecran posterior :

— prin încălzire directă :

$$1{,}1 \cdot 157\,000 \cdot 0{,}083 \,(1 \cdot 9 + 0{,}25 \cdot 4) = 143\,500 \text{ kcal/h} = 39{,}5 \text{ kcal/s}$$

— prin încălzire indirectă (din vatră) :

$$0{,}005 \cdot 23{,}25 \cdot 10^6 : 2 \times 28 = 2\,080 \text{ kcal/h} = 0{,}58 \text{ kcal/s}$$

6. Vaporizarea unei țevi :

a) din ecran lateral anterior :

$$(106\,000 + 2\,080) : (669 - 204) = 232 \text{ kg/h} = 0{,}0645 \text{ kg/s}.$$

b) din ecran lateral posterior

$$(143\,500 + 2\,080) : (669 - 204) = 312 \text{ kg/h} = 0{,}0865 \text{ kg/s}$$

B. *Calculul înălțimii motrice H_{mot} și utile H_{ut}*

Aceste înălțimi se vor calcula pentru următoarele trei viteze de circulație

$$W_0 = 0{,}25 \;\; 0{,}50 \;\; 0{,}75 \text{ m/s}$$

Începem cu $W_0 = 0{,}50$ m/s și anume cu ecranul lateral anterior.

B_{ant} 0,50 m/s. Înălțime motrice și utilă a ecranului lateral anterior la $W_0 = 0{,}50$ m/s.

1. Debit de abur al unei țevi $D_1 = 0{,}0645$ kg/s

2. Debit de circulație al unei țevi :

a) Sect. unei țevi : $\pi\,(0{,}076)^2 : 4 = 0{,}0045$ m^2

b) Debitul unei țevi : $G_1 = 0{,}0045 : 0{,}50 \cdot 800 = 1{,}8$ kg/s

3. Multiplul de circulație $= 1{,}8 : 0{,}0645 = 27{,}8$

4. Insuficiența încălzirii apei din cazan

$$\Delta i_{a.c} = \frac{i' - i'_{a.c}}{n} \cdot \frac{G_{al}}{D} = \frac{258 - 204}{27{,}8} \cdot \frac{50 \cdot 1{,}05}{50} = 2{,}03 \text{ kcal/kg}.$$

S-a admis un procent de purjare de 5%

5. Înălțimea de „economizor"

$$H_{eco} = \frac{\Delta i_{ac} - \Delta i_{cob} + \frac{\partial i'}{\partial P} \cdot \gamma' \cdot 10^{-4} \left(H_{cob} - \frac{P_{cob}}{\gamma'} \right)}{\frac{Q_1}{H_{asc} \cdot G_1} + \frac{\partial i'}{\partial p} \cdot \gamma' \cdot 10^{-4}}$$

a) $\Delta i_{ac} = 2{,}03$ kcal/kg

b) Δi_{cob}. Țevile coborîtoare fiind băgate în pereții laterali, iar porțiunea orizontală a țevilor de ecran în vatra focului. aceste porțiuni se încălzesc ; calculul direct al acestei încălziri este prea complicat și inutil, încălzirea fiind neînsemnată. Dintr-un calcul sumar. pe care nu-l mai reproducem, rezultă că această încălzire reprezintă circa 0,5% din căldura totală absorbită de ecrane și care, repartizată la cele 2×28 țevi de ecrane laterale ce trec prin vatră, conduce la :

$$\Delta i_{cob} = \frac{0{,}005 \cdot 23{,}25 \cdot 10^6}{56 \cdot 1{,}8 \cdot 3\,600} = 0{,}33 \text{ kcal/kg}$$

c) $\frac{\partial i'}{\partial p} = 1{,}7$ din tabele Vucalovici

d) $H_{cob} = 13$ m

e) $\Delta P_{cob} = 2\,370$ kg/m^2 (v. cap. c)

f) $\frac{Q \cdot 1}{H_{urc} \cdot G_1} = \frac{29{,}5}{9 \cdot 1{,}8} = 1{,}82$ kcal/kg m

g) $$H_{eco} = \frac{2{,}03 - 0{,}33 + 1{,}7 \cdot 800 \cdot 10^{-4} \left(13 - \frac{2\,370}{800} \right)}{1{,}82 + 1{,}7 \cdot 800 \cdot 10^{-4}} = \frac{1{,}70 + 1{,}36}{1{,}82 + 0{,}136} = \frac{3{,}06}{1{,}956} = 1{,}56 \text{ m}$$

6. Înălțimea de vaporizare :

$$9 - 1{,}56 = 7{,}44 \text{ m}$$

7. Înălțimea neîncălzită

$$12{,}6 - 9 = 3{,}6 \text{ m}$$

8. Valoarea φ_{med}

a) Viteza $W_0'' = \frac{0{,}0645 \times 0{,}0508}{0{,}0045} = 0{,}72$ m/s

b) Viteza medie

— în porțiunea de vaporizare $0{,}72 : 2 = 0{,}36$ m/s

— în porțiunea neîncălzită 0,72 m/s

c) Raport $W_0^2/d = 3{,}3$

d) Raport W_0''/W_0

— în porțiunea de vaporizare 0,72

— în porțiunea neîncălzită 1,44

e) Valoarea φ_{med} la 32 at. Conform curbei din fig. 1

— în porțiunea de vaporizare = 0,237

— în porțiunea neîncălzită = 0,382

f) Factor de corecție k_p (fig. 2) pentru $p = 40$ al.
— în porțiunea de vaporizare $k_p = 1{,}03$
— în porțiunea neîncălzită $k_p = 1{,}04$

9. Presiune motrice

$$H_{mot} = \left[\varphi_{med}^{vap} \cdot kp \cdot H_{vap} + \varphi_{med}^{neînc} \cdot kp \cdot H_{neînc}\right] \cdot (\gamma' - \gamma'') =$$
$$= (0{,}237 \cdot 1{,}03 \cdot 7{,}44 + 0{,}382 \cdot 1{,}04 \cdot 3{,}6)(800 - 19{,}7)$$
$$= 2\,530 \text{ kg/m}^2$$

10. Pierdere de presiune provocată de scurgerea amestecului apă-abur.

a) Prin frecări

$$\Delta p_{fr} = \frac{\lambda \cdot W_0^2 \cdot \gamma'}{2g \cdot d} \cdot L \left[1 + \left(1 - \frac{\gamma''}{\gamma'}\right)\frac{W_0''}{W_0}\right] =$$
$$= \frac{0{,}03 \cdot (0{,}5)^2 \cdot 800}{20 \cdot 0{,}076} \cdot 7{,}44 \left[1 + \left(1 - \frac{20}{800}\right)\frac{0{,}36}{0{,}50}\right] +$$
$$+ \frac{0{,}03 \cdot (0{,}5)^2 \cdot 800}{20 \cdot 0{,}076} \cdot 3{,}6 \left[1 + \left(1 - \frac{20}{800}\right)\frac{0{,}72}{0{,}5}\right] =$$
$$= 4[7{,}44 \cdot 1{,}72 + 3{,}6 \cdot 2{,}44] = 86 \text{ kg/m}^2$$

b) prin rezistența loc. $\xi = 1$ la intrarea în tambur

$$\Delta p_{loc} = 1 \cdot \frac{(0{,}5)^2}{20} \cdot 800 \left(1 + \frac{0{,}72}{0{,}5}\right) = 24 \text{ kg/m}^2$$

c) Prin accelerare,

$$\Delta p_{acc} = \frac{\gamma'}{g}\left(1 - \frac{\gamma''}{\gamma'}\right) W_0 \cdot (W_0'') =$$
$$= \frac{800}{9{,}81} = \left(1 - \frac{20}{800}\right) \cdot 0{,}5 \cdot 0{,}72 = 30 \text{ kg/cm}^2$$

d) Prin alunecare. De efectul micșorării presiunii utile prin mișcarea relativă a aburului față de apă, s-a ținut seama prin calculul lui H_{motr} cu ajutorul valorii φ.

11. Presiunea utilă:

$$H_{ut} = H_{motr} - \Sigma \Delta_p = 2\,530 - (86 + 24 + 30) = 2\,390 \text{ kg/m}^2$$

B_{ant} 0,25 m/s și 0,75 m/s. Înălțimea motrice și utilă a ecranului lateral anterior la W_0 = 0,25 m/s și W_0 = 0,75 m/s.

Repetăm calculul de mai sus, dînd însă numai*) rezultatele pentru noile valori ale lui W_0

$W_0 = 0{,}25$ $H_{ut} = 3\,210 - (26 + 10 + 15) = 3\,159$ kg/m²

$W_0 = 0{,}75$ $H_{ut} = 2\,270 - (194 + 44 + 45) = 1\,987$ kg/m²

*) Cei interesați pot vedea la redacția revistei detaliile de calcul.

C. *Calculul pierderilor de presiune în țevile coborîtoare de alimentare*

C_1. *Pierderi la $W_0 = 0{,}5$ m/s*

1. Pierderi prin frecare (fig. 4.)

$$\Delta p_{fr} = \Sigma \lambda \cdot \frac{1}{d} \cdot \frac{W_0^2}{2g} \cdot \gamma' =$$
$$= 0{,}03 \frac{800}{0{,}076 \cdot 20}[15(0{,}5 \cdot 3{,}5)^2 + 7(0{,}5)^2] =$$
$$= 755 \text{ kg/m}^2$$

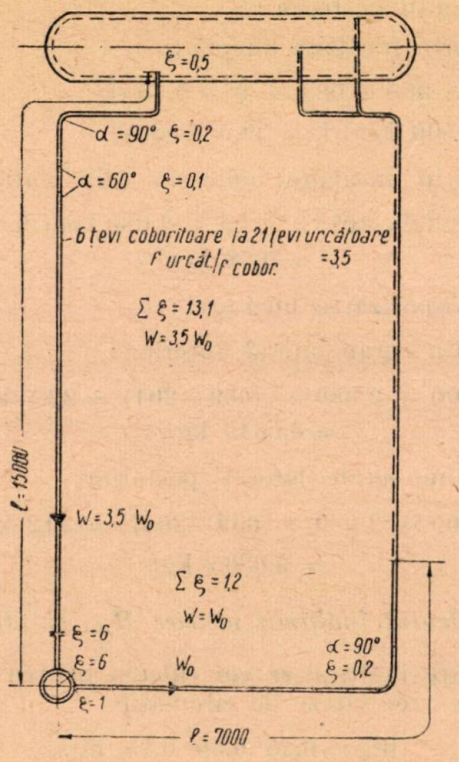


Fig. 4

2. Pierderi prin rezistențe locale

$$\Delta p_{rez.loc} = \Sigma \xi \frac{W_0^2}{2g} \cdot \gamma' =$$
$$= \frac{800}{20}[13{,}1 \cdot (0{,}5 \cdot 3{,}5)^2 + 1{,}2 \cdot 0{,}5^2] = 1612 \text{ kg/m}^2$$

3. Pierderi prin ridicare $h =$ o și deci $p_{rid} = 0$

4. Pierderi totale $\Sigma \Delta_p = 2\,370$ kg/m²

C_2. *Pierderi la $W_0 = 0{,}25$ m/s și la $W_0 = 0{,}75$ m/s*

5. Pierderi totale $\Sigma \Delta_p = 2\,370 \left(\frac{0{,}25}{0{,}50}\right)^2 =$
$= 590$ kg/m la $W_0 = 0{,}25$

6. Pierderi totale $\Sigma \Delta_p = 2\,370 \left(\frac{0{,}75}{0{,}50}\right)^2 =$
$= 5\,350$ kg/m² la $W_0 = 0{,}75$

D. *Valoarea reală a vitezei de circulație și a multiplului de circulație*

Trasînd cele două curbe $H_{ut} = f(W_0)$ și $\Sigma \Delta_p = f(W_0)$, se găsește la intersecția acestora o valoare foarte apropiată de $W_0 = 0{,}5$ și deci valoarea reală a multiplului de circulație este 27,8 (fig. 5).

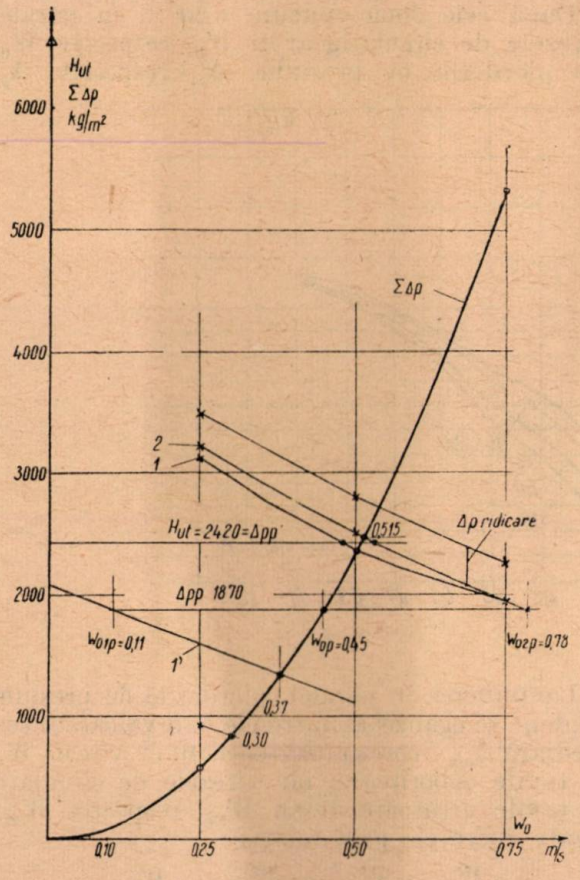


Fig. 5

I.b. *Calculul circulației în ecranul lateral posterior (v. calculul pentru ecranul anterior)*

A. *Solicitarea termică și producția de abur a unei țevi*

1. Căldura absorbită de o țeavă :

— prin încălzire directă : 143 500 kcal/h = = 39,5 kcal/s

— prin încălzire indirectă : 2 080 kcal/h = = 0,58 kcal/s [2. Vaporizarea unei țevi :

$$(287\,000 + 2\,080) : (669 - 204) = 312 \text{ kg/h} = 0{,}0865 \text{ kg/s}$$

B. *Calculul înălțimii utile*

Dăm numai rezultatul calculului :

$W_0 = 0{,}25 \ldots H_{ut} = 3\,600 - (50+24+20) = 3\,506$ kg/m²

$= 0{,}50 \ldots H_{ut} = 3\,040 - (135+57+39) = 2\,810$ kg/m²

$= 0{,}75 \ldots H_{ut} = 2\,675 - (243+100+59) = 2\,273$ kg/m²

C. *Calculul pierderilor de presiune în țevile coborîtoare*

1 și 2. Prin frecări și rezistențe locale : Ca și la ecran anterior.

La $W_0 = 0{,}5$ 2 370

$= 0{,}25$ 590

$= 0{,}75$ 5 350

3. Pierderi prin ridicare

$$\Delta p_{rid} = h(\gamma' - \gamma'')(1 - \varphi)$$

$W_0 = 0{,}5$ $p_{rid} = 0{,}7(800-20)(1-0{,}46) = 295$

$= 0{,}25$ $p_{rid} = 0{,}7(800-20)(1-0{,}51)$ 267

$= 0{,}75$ $p_{rid} = 0{,}7(800-21)(1-0{,}40)$ 327

Pentru stabilirea vitezei de circulație, aceste pierderi pentru ridicarea amestecului pot fi luate în considerație fie reducînd valoarea presiunii utile, fie majorînd valoarea pierderilor în țevile coborîtoare. Pentru calculul stabilității circulației este mai comod primul mod, adică reducerea presiunii utile ; în fig. 5 s-a considerat ultimul mod.

D. *Valoarea reală a vitezei de circulație* .... $W_0 = 0{,}515$ m/s

I.c. *Verificarea circulației la sarcini reduse*

Facem acest control numai la ecranul lateral anterior în care solicitarea termică este mai redusă, și anume la sarcinile 50% și 25%. Rezultatele calculului, condus ca mai sus, sînt :

— la sarcina 50% ... $W_0 = 0{,}37$ *m*/s, iar multiplul de circulație 41 ;

— la sarcina 25% ... $W_0 = 0{,}30$ *m*/s, iar multiplul de circulație 67.

I.d. *Calculul stabilității*

A. *Observații preliminare* asupra cauzelor și a eventualității instabilității.

Formele de instabilitate a circulației în ecrane care pot să apară sînt două :

a) Încetarea circulației sau apariția nivelului liber.

b) Răsturnarea circulației sau schimbarea sensului de circulație.

Despre prima formă, am dat oarecare precizări mai sus și vom reveni imediat mai jos la exemplele de calcul.

A doua formă poate să apară frecvent la cazanele secționale în ultimele țevi ale fascicolului de convecție ; în cazanele de radiație cu înălțimi mari această formă nu poate să apară decît în cazul unor neuniformități foarte pronunțate și la presiune de funcționare redusă și la care țevile urcătoare în mod anormal intră în tambur sub nivelul de apă. Pentru acest motiv, nu vom mai insista asupra acestei forme ; celor interesați recomandăm cărțile „Instalații de cazane" de Romm Rodatis și „Vnturi Kotlovîie protesi" de Staricovici.

Cauza principală a fenomenelor de instabilitate nu este solicitarea redusă, ci diferența de

solicitări termice a țevilor care lucrează în paralel într-un același ecran.

La arderea gazelor și păcurii, neuniformitatea este în general redusă ; numai în cazul existenței unor centuri de protecție care în exploatare s-ar desface parțial, neuniformitatea poate să devină îngrijorătoare. Țevile așezate în colțurile camerei de combustie sînt uneori foarte slab încălzite ; totuși ele nu sînt periclitate pentru că, fiind slab încălzite pe toată înălțimea, deci și în partea superioară, unde ar putea să apară nivelul liber, lipsește al doilea factor necesar spargerii : solicitarea termică ridicată.

Cu totul alta poate să fie situația la arderea prafului de cărbune : depunerile din zgură pe înălțime mare, și în special dacă încep de jos, pot să conducă la încetarea circulației în țevile acoperite și în același timp la creșterea temperaturii gazelor arse la ieșirea din camera de combustie, adică tocmai în zona probabilă a apariției nivelului liber ; deosebit de gravă este situația în care raportul între numărul țevilor neacoperite și acoperite este ridicat, pentru că în acest caz nivelul liber coboară mult, intrînd în zona de temperatură ridicată, și deci spargerea devine iminentă.

B. *Metoda de stabilire* a eventualității nivelului liber și a înălțimii acestuia

Pe scurt metoda constă în :

— determinarea presiunii utile în țeava cea mai slab încărcată la multiplul de circulație = 1, cu ajutorul curbelor $TKTI$;

— pierderea de presiune în țevile coborîtoare la debitul total al ecranului respectiv ;

— dacă presiunea utilă este inferioară pierderii de presiune, circulația încetează ; dacă încălzirea țevii respective este foarte redusă și deci producția de abur practic nulă, nivelul liber se stabilește sub nivelul din tambur, la o diferență de înălțime aproximativ egală cu pierderea de presiune din țevile coborîtoare.

Pentru o mai bună înțelegere a acestei metode de calcul, se va analiza în fig. 5 modul de funcționare în paralel a țevilor unui ecran pe care pentru simplificare îl vom reduce la două țevi : țeava *1* slab încălzită și țeava *2* încălzită normal.

În fig. 5 sînt trasate cele două curbe $H_{ut} = f(W_0)$ pentru cele două țevi urcătoare și curba $\Delta_p = f(W_c)$ pentru țeava coborîtoare.

Dacă cele două conture n-ar fi în paralel, vitezele de circulație ar fi W_{01} respectiv W_{02}, iar pierderile de presiune Δ_{p1} respectiv Δ_{p2}.

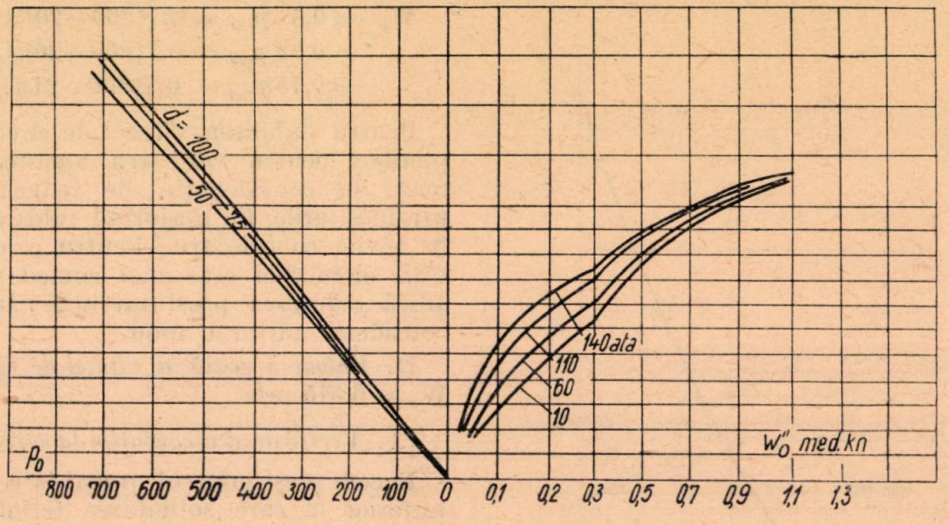


Fig. 6

La punerea în paralel, pierderile de presiune evident se egalizează între ele la o valoare intermediară $\Delta_{p.p}$, corespunzătoare unei viteze W_{0p} în țevile coborîtoare, iar vitezele de circulație în țevile urcătoare devin W_{02p} respectiv W_{01p}, legate între ele prin relația :

$$W_{0p} - W_{01p} = W_{02p} - W_{0p}$$

sau

$$W_{01p} + W_{02p} = 2W_{0p}$$

Punerea în paralel a două ecrane cu solicitări diferite are deci ca consecință : creșterea debitului de apă în țeava solicitată mai tare și scăderea debitului în țeava slab încălzită. Evident că, dacă diferența de încălzire este mare, debitul de apă în țeava neîncălzită poate să scadă pînă la valoarea minimă egală cu debitul de abur al țevii respective, multiplul de circulație devenind în acest caz egal cu unu.

Prin curba *1'* este reprezentat cazul în care în țeava *1* circulația practic încetează.

Trasarea curbelor $H_{ut} = f(W_0)$ în regiunea vitezelor W_0 foarte apropiată de zero, este nesigură, din care cauză determinarea presiunii utile H_{ut} la încetarea circulației nu se face grafic, ci cu ajutorul curbelor $TKTI$, reprezentată în fig. 6 și care țin seama de coeficientul de neuniformitate, care exprimă raportul între solicitarea țevii respective și cea medie a întregului ecran.

Din fig. 5 se mai poate deduce că coborîrea maximă a nivelului liber în țeava *1* este egală cu Δ_{pp}, adică cu totalul pierderilor de presiune

în țevile coborîtoare. În realitate, nivelul este ceva mai sus, pentru că chiar la $n = 1$ existența bulelor de abur produse de slaba vaporizare ridică nivelul cu înălțimea corespunzătoare diferenței de greutate.

C. *Verificarea instabilității la sarcina nominală și la neuniformitatea normală*

1. Coeficientul de neuniformitate relativă între panoul anterior și posterior, dedus din debitele de abur ale țevilor din panourile respective :

$$K_n = \frac{0{,}0645 \times 2}{0{,}0645 + 0{,}865} = 0{,}86$$

2. Calculul presiunii corespunzătoare „nivelului liber" (la care multiplul de circulație scade la 1).

Se efectuează cu diagramele *ȚKTI* (Staricovici) reproduse în fig. 6.

a) În porțiunea încălzită

— $W''_{0\,med} = 0{,}36$ m/s
— $k''_n \cdot W''_{0\,med} = 0{,}85 \cdot 0{,}36 = 0{,}306$
— $p_0 = 280$ kg/m³
— $H = 7{,}44$ m
— $P_0 = p_0 H\ 280 \cdot 7{,}44 = 2\,080$ kg/m²

b) În porțiunea neîncălzită

— $W''_{0\,med} = 0{,}72$ m/s
— $k''_n\ W''_{0\,med} = 0{,}85 \cdot 0{,}72 = 0{,}612$
— $p''_p = 420$ kg/m³
— $H = 4$ m
— $P_0 = p_0 \cdot H\ 420 \cdot 4 = 1\,680$ kg/m²

c) Presiunea totală corespunzătoare nivelului 3 760 kg/m² liber

3. Calculul presiunii corespunzătoare fenomenului de răsturnare a circulației.

Cu diagrame asemănătoare (pe care nu le mai reproducem) și cu aceleași elemente, se găsește :

$$P_r = 7{,}44 \cdot 270 + 4\,415 = 3\,680 \text{ kg/m}^2$$

4. Pierderea de presiune în țevile coborîtoare la funcționarea în paralel.

Din diagrama întocmită pentru stabilirea vitezelor de circulație rezultă :

a) Δp_1 a unei țevi din ecran anterior separat = = 2 370 kg/m²

b) Δp_2 a unei țevi din ecran posterior separat = 2 470 kg/m²

c) Δp_p comun ambelor țevi la funcționarea în paralel = 2 420 kg/m²

Concluzii : Pentru că pierderea de presiune la funcționarea în paralel $\Delta p_p = 2\,420$ kg/m² este net inferioară presiunilor corespunzătoare formării nivelului liber $p_p = 3\,760$ kg/m², respectiv răsturnării circulației $P = 3\,680$ kg/m², înseamnă că aceste două perturbații de circulație nu sînt de temut în condiții normale de neuniformitate a solicitării țevilor ce lucrează în paralel.

D. *Verificarea instabilității la neuniformitate pronunțată*

Pentru a cerceta eventualitatea încetării circulației la o neuniformitate și mai pronunțată, cum ar fi în cazul arderii cu praf de cărbune, am admis că sarcina în panoul anterior scade la jumătate și deci coeficientul de neuniformitate devine

$$k_n = \frac{\frac{0{,}0645}{2} \cdot 2}{\frac{0{,}0645}{2} + 0{,}0865} = \frac{0{,}0645}{0{,}1187} = 0{,}54$$

Cu acest nou coeficient și cu elementele de la calculul circulației la sarcina redusă (cap. III) se găsește valoarea presiunii corespunzătoare nivelului liber :

$$7{,}44 \cdot 140 + 4 \cdot 210 = 1\,920 \text{ kg/m}^2$$

Pierderea de presiune (în țevile coborîtoare) la funcționarea în paralel dedusă din diagrama din fig. 5 este de 1 870 kg/m² ajungînd practic egală cu valoarea presiunii utile corespunzătoare nivelului liber, înseamnă că această perturbație apare ca posibilă la coeficientul de neuniformitate admis de 0,54 în cazul conturului cercetat și cu solicitările luate în considerație.

Din examinarea diagramei se mai pot observa următoarele :

— la punerea în paralel a celor două contururi viteza de circulație în țeava slab solicitată scade de la 0,37 m/s la 0,11 m/s, iar viteza de circulație în țeava solicitată normal crește de la circa 0,51 m/s la 0,78 m/s, viteza de coborîre devenind 0,45 m/s. Aceste variații de viteze, prin efectele pe care le au asupra conținutului de abur (mai exact asupra valorii φ), explică egalizarea presiunilor utile în cele două țevi.

— Valoarea presiunii utile corespunzătoare „nivelului liber", calculată cu metoda *ȚKTI*, și anume 1920 kg/m², diferă cu circa 5% de valoarea dedusă din extrapolarea curbei $H_{ut} = f(W_0)$ pînă la $W_0 = 0$ și anume $H_0 = 2\,030$ kg/m².

S-a arătat însă mai sus că extrapolarea nu este valabilă în regiunea $W_0 = 0$ m/s.

— Pierderea de presiune în țevile coborîtoare la funcționarea în paralel fiind de 1 870 kg/m², înseamnă că poziția limită inferioară a nivelului liber este la circa 1 870 mm sub nivelul din tambur.

II. Calculul circulației într-un cazan de 170 t/h și 110 at

Reducem la minimum acest calcul urmărind numai verificarea stricării eventuale a scurgerii în emulsie, care, așa cum s-a arătat în partea

I-a a acestui studiu, se reflectă în valoarea X sau inversul acesteia, multiplul de circulaţie n.

Deşi solicitarea medie a ecranelor este de 170 000 kcal/m²h, iar cea maximă de circa 340 000 kcal/m²h, am făcut totuşi calculul pentru un caz extrem cu o solicitare de 500 000 kcal/m²h şi pe toată înălţimea ecranului.

Redăm pe scurt rezultatele calculului.

1. Vaporizarea unei ţevi :

$(15-1)\cdot 0{,}076\cdot 500\,000 : 303\cdot 3\,600 = 0{,}487$ kg/s

2. Debitul de circulaţie al unei ţevi 76 × 64 mm la $W_0 = 0{,}6$ m/s

$0{,}78\cdot(0{,}064)^2\cdot 0{,}6\cdot 675 = 1{,}3$ kg/s

3. Multiplul de circulaţie :

$$1{,}3 : 0{,}487 = 2{,}67$$

4. Calculul valorii φ

a) Viteza $W_0'' = 0{,}487 \times 0{,}0164 : 0{,}0032 = 2{,}5$ m/s

b) Viteza $W_{med}'' = 2{,}5 : 2 = 1{,}25$ m/s

c) Raport $W_0^2 : d = (0{,}6)^2 : 0{,}064 = 5{,}6$

d) Raport $W_0'' : W_0 = 4{,}16$

d') Raport $W_{0med}'' : W_0 = 2{,}08$

e) φ_0 32 at $= 0{,}62$

e') φ_{med} la 32 at $= 0{,}48$

f) factor corecţie al valorii φ_0 $k_p = 1{,}31$

f') factor corecţie al valorii φ_{med} $k_p = 1{,}35$

5. Presiune motrice $= 1{,}35\cdot 0{,}48\cdot 14\,(675-61) = 5\,570$ kg/m²

6. Pierderi de presiune în ţevile urcătoare :

a) prin frecare $\Delta p_{fr} = \dfrac{\lambda\cdot W_0^2\cdot\gamma'}{2g\cdot d}\cdot L\left[1+\left(1-\dfrac{\gamma''}{\gamma'}\right)\dfrac{W_0''}{W_0}\right] = \dfrac{0{,}03\cdot(0{,}6)^2\cdot 675}{20\cdot 0{,}064}\cdot(14+4)\left[1+\left(1-\dfrac{61}{675}\right)\dfrac{2{,}5}{0{,}6}\right] = 490$ kg/m²

b) prin rezistenţe locale ($\Sigma\xi = 2$)

$$\Delta p_{loc} = \xi\,\frac{W_0^2}{20}\cdot\gamma'\left[1+\left(1-\frac{\gamma''}{\gamma'}\right)\frac{W_0''}{W_0}\right] = 2\,\frac{(0{,}6)^2}{20}\cdot 675\,[1+0{,}91\cdot 4{,}16] = 120 \text{ kg/m}^2$$

c) prin accelerare

$$\Delta p_{acc} = \frac{\gamma'}{g}\left(1-\frac{\gamma''}{\gamma'}\right)W_0\cdot(W_0'') = \frac{675}{9{,}81}\left(1-\frac{61{,}3}{675}\right)\cdot 0{,}6\cdot 2{,}5 = 92 \text{ kg/m}^2$$

d) pentru ridicare

$$\Delta p_{rid} = (\gamma'-\gamma'')(1-\varphi_0)\cdot h = 614\cdot(1-1{,}31\cdot 0{,}62)1{,}5 = 175 \text{ kg/m}^2$$

e) Total pierderi în ţevile urcătoare : 877 kg/m²

7. Pierderi de presiune în ţevile coborîtoare

a) Număr de ţevi coborîtoare 12

b) Diametrul ţevii coborîtoare $\varnothing 1 = 90$ mm

c) Raport secţiuni

$$\frac{f\cdot urc}{f\cdot cobor} = \frac{86}{12}\left(\frac{64}{90}\right)^2 = 3{,}6$$

d) Lungimea ţevilor coborîtoare 25 m

e) Suma rezistenţelor locale

— în ţevile coborîtoare ($W_0 = 3{,}6 \times 0{,}5$ m/s

$$\Sigma\xi = 2$$

— în colector şi la ieşire din colector

$$W_0 = 0{,}6 \quad \Sigma\xi = 7$$

f) Pierderi prin frecare

$$\Delta p_{fr} = \frac{\lambda\cdot W_0^2\gamma}{2g\,d} = \frac{0{,}03.(0{,}6.3{,}6)^2.675}{20\cdot 0{,}09}\cdot 25 = 1\,310 \text{ kg/m}^2$$

g) Pierderi prin rezistenţe locale

$$\Delta p_{loc} = 2\cdot\frac{675}{20}(0{,}6\cdot 3{,}6)^2 + 7\cdot\frac{675}{20}(0{,}6)^2 = 400 \text{ kg/m}^2$$

h) Total pierderi în ţevile coborîtoare 1 710 kg/m²

9. Presiunea utilă şi pierderi de presiune la $W_0 = 0{,}9$ m/s.

Aceste două mărimi calculate la $W_0 = 0{,}6$ m/s fiind foarte diferite, am refăcut calculul cu $W_0 = 0{,}9$ m/s la care se obţin următoarele valori :

$$H_{ut} = 3\,750 \text{ kg/m}^2$$

$$\Delta p_{cobor} = 3\,850 \text{ kg/m}^2$$

care fiind practic egale, se poate trage concluzia că viteza reală este $W_0 = 0{,}9$ m/s şi deci multiplul de circulaţie real este de $2{,}67\,\frac{0{,}9}{0{,}6} = 4$, iar conţinutul de abur la ieşirea din ţevi $x = \frac{1}{4} = 0{,}25$.

III. Concluzii trase din calculul stabilităţii

1. Multiplii de circulaţie găsiţi prin calcul la sarcina normală atît la cazanul de 40 at cît şi la cel de 110 at sînt foarte apropiaţi de valorile normale indicate la începutul studiului.

La cazanul de 110 at, valoarea găsită, 4, diferă de valoarea normală 8—10 pentru că a fost stabilită la o solicitare exagerată, de 500 000

kcal/m²h, adică de circa trei ori mai mare decît cea normală de 170 000 kcal/m²h. Folosind cifrele găsite la cazan de 40 at în privința influenței sarcinii asupra multiplului de circulație se găsește :

$\frac{67}{27,8} \cdot 4 = 9,5$ deci între limitele indicate 8—10.

2. Vitezele de circulație la sarcină normală a cazanului de 40 at, 50 t/h sînt :

— în ecranul anterior 0,50 m/s
— în ecranul posterior 0,515 m/s

adică normale pentru cazane cu o bună circulație.

3. La sarcini reduse, viteza de circulație în ecranele laterale ale cazanului de 40 at rămîne încă superioară valorii admisibile (de ordinul 0,2 m/s) și deci nici la sarcini reduse pînă la 20% circulația nu este periclitată.

Variația vitezei cu sarcina este următoarea :

Sarcina	%	100	50	25
Viteza	m/s	0,50	0,37	0,30

4. La sarcina maximă egală cu aproximativ de trei ori sarcina nominală medie, viteza de circulație în ecranul posterior al cazanului de 110 at 170 t/h este de 0,9 m/s ; la sarcina medie această viteză scade la circa 0,5 m/s .

5. La gradul normal de neuniformitate al solicitării țevilor cuplate în paralel pe aceleași colectoare, circulația nu poate deveni instabilă.

La cazanul de 40 at, pericolul încetării circulației (apariția nivelului liber) apare ca posibil numai la un grad de neuniformitate de ordinul 0,54. În acest caz, nivelul liber se stabilește la circa 1 870 mm sub nivelul normal din cazan.

6. Valoarea maximă a conținutului de abur la ieșirea dintr-o țeavă de ecran a cazanului de 110 at, solicitată la 500 000 kg/m²h (adică de trei ori mai mare decît sarcina medie), este de 0,25. Întrucît în partea I-a a studiului s-a arătat că valoarea la care devine posibilă stricarea regimului de scurgere în emulsie, cu consecințe de corodare și de supraîncălzire a metalului, este de 0,8, rezultă că pericolele semnalate nu sînt de temut la cazanul considerat.

Exemplu de calcul

Grosimea admisibilă a crustei în țevile de ecrane ale cazanelor de presiune și solicitare ridicată

1. Presiunea aburului 110 at
2. Diametrul țevilor 76/64 mm

3. Solicitarea din presiunea interioară

$$\sigma_e = \frac{p}{230}\left(\frac{d_1}{s} + 1\right) = \frac{110}{230}\left(\frac{64}{6} + 1\right) = 5,6 \text{ kg/mm}^2$$

4. Limita de curgere admisibilă pentru calcul

$$\sigma_c = 1,9 \cdot \sigma_e = 1,9 \times 5,6 = 10,6 \text{ kg/mm}^2$$

5. Temperatura admisibilă (la oțelul corespunzător mărcii sovietice CT 20 din care sînt executate țevile de ecrane) la care se atinge limita de curgere de calcul, 435°C.

6. Temperatura admisibilă plecînd nu de la limita de curgere, ci de la aceea de fluaj. Folosind aceleași surse, se găsește 445°C, deci foarte aproape de cealaltă.

7. Temperatura la care limita de curgere atinge valoarea rezistenței efective din curba extrapolată : 560°C.

8. Temperatura la care rezistența de rupere atinge valoarea rezistenței efective din curba extrapolată : 620°C

9. Grosimea depunerilor la care țeava *se sparge imediat* la o solicitare termică de ordinul 500 000 kcal/m²h.

a) Coeficientul de transmitere a căldurii
— depuneri de silicat $\lambda = 0,07 - 0,15$ kcal/mh°C
— depuneri de ghips $\lambda = 0,5 - 2$
— practic admitem $\lambda = 0,3$

b) Temperatura crustei în contact cu apa :

$$317 + 20 = 337°C$$

c) Grosimea admisibilă a crustei :

$$\delta = \frac{0,3 \times (620 - 337)}{500\,000} \cdot 10^3 = 0,17 \text{ mm}$$

10. Grosimea depunerilor la care țeava *începe să cedeze* la o solicitare de ordinul 300 000 kcal/m²h

$$\delta = \frac{0,3\,(560 - 337)}{300\,000} \cdot 10^3 = 0,223 \text{ mm}$$

11. Grosimea depunerilor de silicat la care țeava începe să cedeze chiar la o solicitare redusă de ordinul 100 000 kcal/m²h

$$\delta = \frac{0,1\,(560 - 337) \cdot 1}{100\,000} \cdot 10^3 = 0,223 \text{ mm}$$

Bibliografie

M. A. Staricovici : *Vnutricotlovtie protest.* 1954 Gosenergoizdat.
Romm Rodatis : *Instalații de cazane.* 1955 Editura energetică de stat.
A. A. Davidov : *Naladka kotloagregatov.* Spravocinik 1952 Gosenergoizdat.

621.316.925 : 621.316.1

Despre unele deficienţe ale protecţiei secţionale folosite în reţelele cu neutrul izolat şi metodele de înlăturare a acestora

I. CHENZBRAUN *) — *Bucureşti*

Se studiază funcţionarea protecţiei secţionale folosite în reţelele de cable cu neutrul izolat la diferite genuri de defecte şi în special la duble puneri la pămînt în locuri diferite. Se stabileşte că în acest din urmă caz protecţia poate funcţiona greşit ducînd la deconectări neselective a unor cable fără defect.

In concluzie se prezintă o soluţie simplă, uşor de realizat, pentru remedierea acestei defecţiuni principiale pe care o prezintă protecţia secţională.

În reţeaua de 5 kV a oraşului Bucureşti protecţia folosită aproape cu exclusivitate este protecţia secţională mult timp considerată ca deosebit de avantajoasă.

Principiul de funcţionare al acesteia este expus pe scurt în cele ce urmează :

La capetele cablului AB, care face parte dintr-o reţea complexă oarecare, sînt instalate

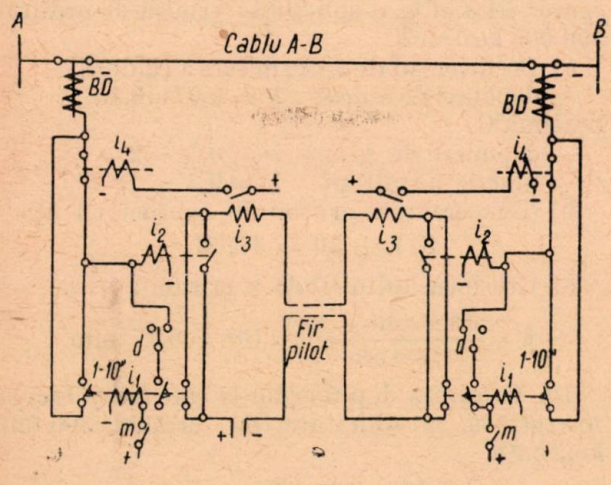


Fig. 1

două relee identice, între ele existînd o legătură printr-un fir pilot.

Considerînd reţeaua oricît de complexă, dar avînd toate cablele echipate cu protecţia secţională, eliminarea defectelor se produce astfel :

Defectul apărut pe un cablu se elimină prin declanşarea rapidă (la 0,3") a ambelor întreruptoare de la capetele sale ; dacă dintr-o defecţiune oarecare a releelor sau întreruptoarelor cablul defect nu este deconectat, atunci se produce deconectarea după un timp oarecare (reglabil) a cablului sau cablelor imediat învecinate cu cel defect şi anume a întreruptoarelor acestora prin care puterea circulă din spre bare înspre cablu.

Trebuie făcută observaţia că prin defect pe cablu se înţelege scurtcircuitul trifazat, scurtcircuitul bifazat sau scurtcircuitul bifazat prin pămînt, punerea simplă la pămînt neconstituind un defect ce trebuie eliminat prin protecţie într-o reţea ce funcţionează cu neutrul izolat sau compensat.

Funcţionarea protecţiei se urmăreşte cu uşurinţă din fig. 1, care reprezintă schema principială a circuitelor de curent continuu.

În această schemă m sînt contactele releelor maximale, care constituie elementele de demaraj ale protecţiei, d sînt contactele releelor direcţionale, iar i sînt diverse relee intermediare.

Pe scurt, funcţionarea protecţiei se produce în felul următor :

La apariţia unui defect pe cablul AB demarează, în general, (într-o reţea complexă) releele maximale de la ambele capete ; releele i_1 provoacă deschiderea instantanee la ambele capete a firului pilot ceea ce face ca prin i_3 şi i_4 să se întrerupă circuitele de declanşare la ambele întreruptoare ; dat fiind însă că releele direcţionale din ambele părţi sezisează scurgerea puterii dinspre bare spre linie şi deci contactele lor se închid, după 0,3" firul pilot se reînchide prin contactele releelor i_2 şi ambele întreruptoare declanşează.

Dacă defectul este pe un cablu învecinat care însă nu este deconectat dintr-un motiv oarecare, atunci la capătul dinspre acesta al cablului AB releul direcţional va sezisa circulaţia de putere spre bare şi deci va bloca protecţia, iar la celălalt capăt, deşi releul direcţional îşi va închide contactul, firul pilot nu se reînchide şi de abia după închiderea ultimului contact al releului i_1 (la un timp reglabil între 1 şi 10") se va comanda declanşarea întreruptorului respectiv.

Chiar din scurta expunere a principiilor de funcţionare a protecţiei secţionale reies avantajele pe care le prezintă aceasta şi care constau în primul rînd în selectivitate, orice defect pe cablu propriu fiind deconectat rapid (avantaj propriu oricărei protecţii diferenţiale) şi în posibilitatea de a realiza într-o reţea oricît de complexă o eşalonare în trepte (funcţionarea protecţiei ca protecţie de rezervă avînd loc după cum s-a văzut în funcţie de sensul în care circulă puterea de scurtcircuit).

De asemenea, rezultă chiar şi numai din cele expuse pînă acum importanţa deosebită pe

*) Ing. I. Chenzbraun face parte din Departamentul Energiei Electrice din Ministerul Industriei Grele.

care o are pentru buna funcționare a protecției, pentru realizarea selectivității care în fond este avantajul primordial al acesteia, comportarea elementului său direcțional. (Protecția analizată mai prezintă o serie de particularități importante care nu sînt însă esențiale pentru problema ce se va trata aici și care se găsesc în bibliografia indicată la sfîrșit).

Elementul direcțional al protecției secționale este format dintr-un singur releu avînd două bobine de intensitate și una de tensiune. Funcționarea corectă a elementului direcțional la toate genurile de defecte se realizează prin aducerea la bobina de tensiune a unei tensiuni funcție de natura defectului, prin efectuarea unor comutări în circuitele de tensiune de către contactele releelor maximale ce constituie elementele de demaraj ale protecției. Elementul direcțional al protecției este deci realizat după principiul clasic al releelor cu un singur sistem de măsură și alegerea fazelor.

Acest sistem prezintă avantajul economicității, dar prezintă o serie de importante dezavantaje. Se cunoaște astfel faptul că el poate duce la declanșări false la defecte ce au loc dincolo de un transformator cu conexiunea stea-triunghi; de asemenea analiza funcționării releului secțional a dus la concluzia posibilității unor declanșări false la suprasarcini dezechilibrate*); este de asemenea cunoscută funcționarea greșită a protecției în cazul unui defect pe cele două faze pe care există elemente de demaraj, la care însă nu acționează decît unul dintre acestea.

În sfîrșit, așa cum a reieșit dintr-o serie de avarii, și despre aceasta ne vom ocupa în cele ce urmează, protecția selecțională funcționează greșit ducînd la declanșări neselective în cazul unei duble puneri la pămînt pe două cabluri diferite din rețea.

În condițiile rețelei noastre din București, funcționînd fără compensare, un mare număr dintre punerile la pămînt care survin pe cabluri, avînd ca urmare o supratensionare a întregii rețele, duc la străpungerea izolației unei alte faze față de pămînt, într-un alt punct care poate fi pe un cablu diferit, și deci defecțiunea menționată mai sus a protecției secționale provoacă mari neajunsuri.

Această defecțiune principială a protecției rezultă din analiza funcționării protecției secționale și în speță a elementului său direcțional la anumite tipuri de defect.

Protecția are două relee maximale pe fazele R și T care constituie elementele sale de demaraj și care execută comutările circuitelor de tensiune pentru elementul direcțional, acesta fiind un releu de tip wattmetric, avînd două bobine de curent străbătute respectiv de curenții I_R și I_T însă în așa fel încît fluxurile acestor două bobine sînt antagoniste, și o bobină de tensiune (fig. 2).

Acest releu realizează deci diferența curenților în mod indirect (diferența fluxurilor curenților), iar cuplul ce acționează asupra cadrului mobil va fi ca și la releele folosind diferența electrică a curenților $C = KUI\cos\varphi$, unde $\bar{I} = \bar{I}_R - \bar{I}_T$, iar φ este unghiul dintre $\bar{I}_R$-$\bar{I}_T$ și tensiunea $\bar{U}$ adusă la releu.

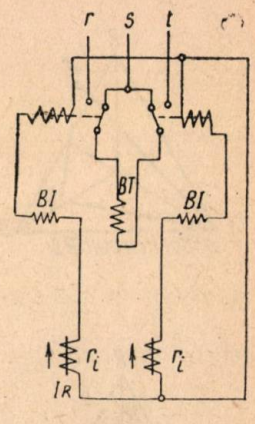


Fig. 2. Schema principială a alegerii fazelor de către elementul direcțional:
r_i — reductor de intensitate; BT și BI — bobinele de tensiune și intensitate ale elementului direcțional.

Din fig. 2 se deduc cu ușurință care sînt mărimile aduse la elementul direcțional în diferitele cazuri posibile de defect și care sînt date în tabela 1.

Tabela 1

Scurtcircuit între fazele	Curentul ce parcurge elementul direcțional	Tensiunea adusă la elementul direcțional
RS	I_R	U_{R-S}
ST	$-I_T$	U_{S-T}
TR	$I_R - I_T$	U_{R-T}
RST	$I_R - I_T$	U_{R-T}

Ținînd seama de faptul că releul este de tip wattmetric și considerînd într-o primă aproximație curentul de scurtcircuit în cablu în fază cu tensiunea care-l produce, este evident că în toate cazurile de defect elementul direcțional va avea cuplul maxim (tensiunile și curenții aduși la acesta sînt în fază) și acesta constituie un avantaj al releului. (De fapt unghiul de scurtcircuit la cabluri este de 10—20°, ceea ce însă nu ne îndepărtează mult de cuplul maxim).

Nu același lucru se întîmplă însă și în cazul de care ne ocupăm și anume al unei duble puneri la pămînt pe cabluri diferite.

Mai trebuie făcută aici observația că în rețeaua Bucureștiului, dată fiind creșterea puterilor de scurtcircuit, pe plecările în cablu din centrale s-au montat și se vor mai monta în viitorul apropiat reactoare. Aceasta face ca unghiul de scurtcircuit să crească sensibil și deci releul direcțional să nu mai fie pus să lucreze la defect în condiții optime, ci chiar în unele cazuri în zona de cuplu nul. Deoarece însă s-a adoptat principiul ca în centralele și

*) Problema este tratată în articolul „*Comportarea elementului direcțional al releului secțional în cazul unei suprasarcini dezechilibrate*" de C. Mihăileanu publicat în „*Energetica și Hidrotehnica*", nr. 1/1955.

staţiile sistemului pe plecările feederilor posibilitatea de declanşare rapidă să nu fie condiţionată de poziţia elementului direcţional (ambele poziţii ale contactului *d* din fig. 1 permit declanşarea rapidă), prezenţa reactoarelor pe cabluri nu aduce inconveniente la defectele ce apar pe un cablu. Într-adevăr, la apariţia unui

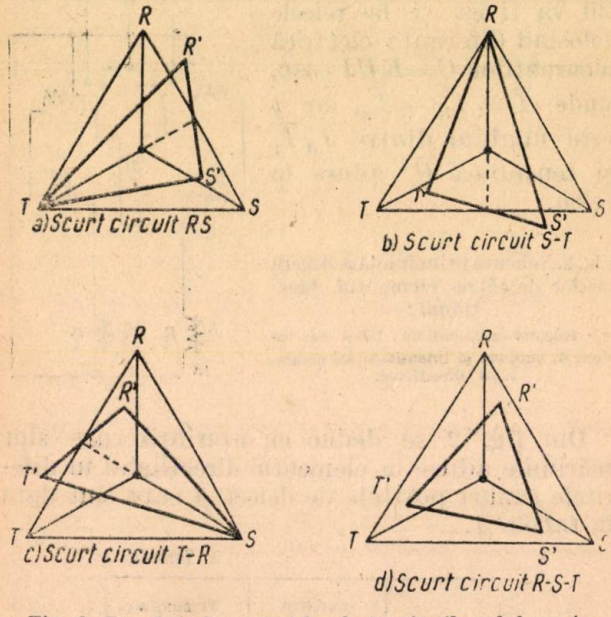


Fig. 3. Diagramele vectoriale ale tensiunilor deformate pentru diferite cazuri de scurtcircuit.

defect pe un cablu ce pleacă dintr-o centrală sau staţie, avînd reactor, în centrală poziţia elementului direcţional va fi indiferentă, iar în celălalt capăt al cablului (punct de alimentare, fără reactor) unghiul curentului faţă de tensiunea ce îl determină va fi unghiul de scurtcircuit al cablului de 10—20°.

La dublele puneri la pămînt însă, chiar în afara cazurilor în care protecţia lucrează net incorect, prezenţa reactoarelor pe cabluri, aşa cum se va vedea mai jos, înrăutăţeşte condiţiile de lucru aducînd releele direcţionale din punctele de alimentare, în care poziţia acestora nu este indiferentă, în condiţii mai proaste de lucru.

Pentru a analiza funcţionarea protecţiei în asemenea cazuri de defect, trebuie ţinut seamă atît de deformarea tensiunilor care se produce în realitate, precum şi de unghiul interior de scurtcircuit la cabluri.

În fig. 3 sînt date diagramele vectoriale ale tensiunilor deformate pentru diferitele cazuri de scurtcircuit. Deformarea este indicată numai calitativ, limitele între care variază unghiurile fiind cercetate mai jos în fiecare caz ce interesează în parte.

Pentru exemplificarea situaţiei ce o analizăm (dublă punere la pămînt pe două cabluri diferite) vom considera schema reţelei de mai jos (fig. 4) în care au loc două puneri simultane la pămînt în punctele *M* şi *N* şi vom analiza comportarea protecţiei din toate punctele acestei reţele la diferitele cazuri de dublă punere la pămînt ce pot apare.

Dublele puneri la pămînt care pot apare pe cablurile *I* şi *IV* sînt evident *ROS*, *SOT* şi *ROT*, fiecare în două poziţii posibile (*R* în *M* şi *S* în *N*, sau invers şi la fel pentru celelalte cazuri).

Vom analiza numai cum lucrează releele din punctele de alimentare, la cele din centrală poziţia fiind indiferentă.

În cazul dublelor puneri la pămînt *ROS* sau *SOT*, indiferent de amplasarea punerilor la pămînt, protecţia va lucra corect, deconectînd întotdeauna rapid numai cablul defect pe faza pe care există element de demaraj (cablul cu faza *R* pusă la pămînt în cazul defectului *ROS* şi cablul cu faza *T* pusă la pămînt în cazul defectului *SOT*), reţeaua rămînînd mai departe în funcţiune cu o punere la pămînt.

Într-adevăr, în aceste genuri de defect într-un grup de cabluri nu va demara nici un releu (unde este afectată faza ce nu are element de demaraj), iar în celălalt vor demara toate aducînd la elementul direcţional curentul şi tensiunea de defect ca în cazul unui defect bifazat pe acest cablu.

Deosebirea faţă de defectul bifazat pe un cablu constă însă în aceea că în punctul de alimentare unghiul între curentul de defect şi tensiunea de defect aduse la releu nu este unghiul de scurtcircuit al cablului, ci altul, după cum se poate vedea din fig. 5, unde este analizată dubla punere la pămînt *ROS*.

După cum se vede din fig. 5, *a*, tensiunea U_{RS} care este adusă la relee în *P.A.1* nu este legată de curentul de defect ce circulă prin acest punct către defect prin relaţia $U_{RS} = Z_{cablu} I_R$ ca în cazul unui scurtcircuit bifazat pe cablu şi deci unghiul

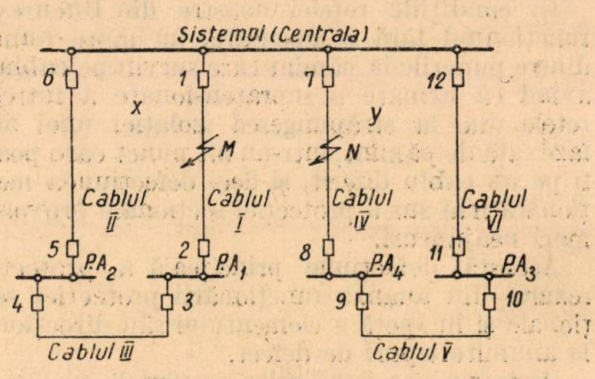


Fig. 4. Prin *PA* s-au notat staţiile de distribuţie, numite puncte de alimentare.

între tensiune şi curent nu va fi unghiul de scurtcircuit al cablului. In *P.A.1* potenţialul fazei *R* este cel din punctul de defect sau apropiat de acesta, iar potenţialul fazei *S* este egal cu cel al fazei *S* în centrală (care poate fi deplasat sau nu din poziţie iniţială după natura

defectului), dat fiind că pe faza S nu circulă curent între centrală și $P.A.1$.

În fig. 5 *b* au fost indicate două poziții oarecare (posibile), în concordanță cu cele spuse mai sus, ale vectorului tensiune U_{RS} (U_{RS1} și U_{RS2}) în $P.A.1$ și ceea ce este esențial de observat este că tensiunea adusă la releu este rotită față de

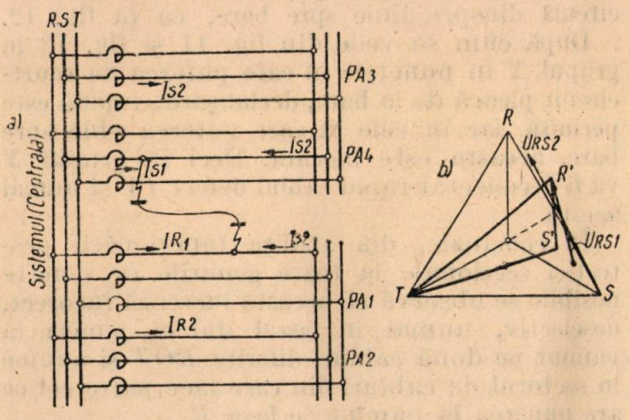


Fig. 5. Schema electrică și diagrama vectorială a tensiunilor pentru o dublă punere la pământ *ROS*.

cea care alimentează defectul în sensul acelor ceasornicului, deci în sensul micșorării unghiului real de defect și în nici un caz nu poate fi rotită în sensul măririi unghiului de decalaj.

Ținînd seama de acest lucru putem considera cu suficientă acoperire că unghiul între tensiunea și curentul aduse la elementul direcțional în punctele de alimentare nu depășește 70°. Acest lucru s-a stabilit pornind de la valorile reactoarelor, ale lungimilor cablurilor și rezistența ohmică pe care o reprezintă scurtcircuitul prin pământ (după cum se vede în fig. 5, I_{R2} este curentul care se întoarce spre defect după ce a parcurs cel puțin un cablu întreg).

Fenomenele în cazul unei duble puneri la pământ SOT sînt evident similare.

După cum s-a spus, elementul direcțional al protecției secționale este de tip wattmetric. Deci, după cum se vede din fig. 6, releele prin care curentul de defect circulă de la bare spre linie vor permite declanșarea rapidă, iar cele în care curentul circulă dinspre linie spre bare o vor bloca, releele neaflîndu-se în zona de cuplu maxim, ci mai aproape de zona de cuplu nul. Totuși, protecția lucrează corect (cu o rezervă mai mică la elementul direcțional) deconectînd rapid numai unul din cablurile defecte și anume cel cu defectul pe fază pe care există elementul de demaraj.

Situația în care însă protecția lucrează net incorect, ducînd la declanșarea neselectivă a unor cabluri bune, neatinse de defect, este aceea a dublei puneri la pământ ROT.

Pentru a analiza funcționarea protecției la asemenea defecte, să considerăm faza R pusă la pământ în M, iar faza T în N. La apariția unui asemenea defect la toate releele cablurilor din grupul X vor demara elementele de demaraj de pe faza R, iar la releele grupului de cabluri Y cele de pe faza T.

Deci toate releele cablurilor din grupul X vor primi la elementele lor direcționale curentul I_R și tensiunea U_{RS} (ca și cum ar fi sezisat un scurtcircuit RS), iar elementele direcționale ale releelor cablurilor din grupul Y vor primi curentul $-I_T$ și tensiunea U_{ST} ca la un scurtcircuit ST.

Vom analiza acum comportarea elementelor direcționale în aceste condiții, ținînd seama de

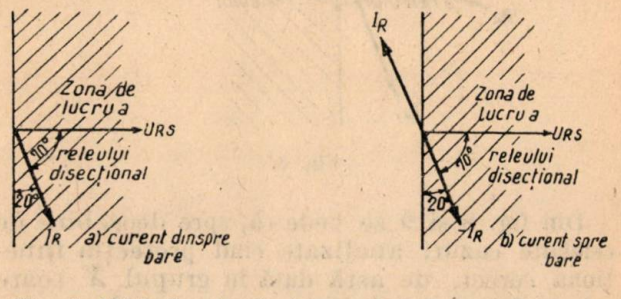


Fig. 6. Mărimile aduse la elementul direcțional al releelor din *P.A* la dublă punere la pământ *ROS*.

deformarea tensiunilor la defect și de unghiul posibil între curent și tensiunea care-l produce, a cărui limită superioară am văzut că poate fi 70° și a cărui limită inferioară deși neesențială pentru funcționarea protecției (după cum se va vedea) o considerăm de 50°, apreciind că lungimile diferite de cablu precum și existența arcului pot duce la variații ale unghiului într-un diapazon de 20°.

Poziția vectorilor mărimilor ce intervin în funcționarea releelor din grupul X este arătată

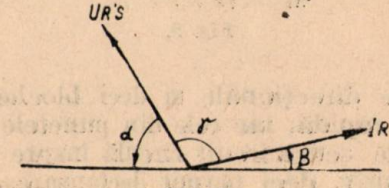


Fig. 7.

în fig. 7. Limitele de variație ale unghiurilor α și β se deduc din cele spuse mai sus și din fig. 3 (pentru unghiul α). Acestea sînt :

$$30° \leqslant \alpha \leqslant 60°\,;\quad -10° \leqslant \beta \leqslant 10°$$

Originea măsurării unghiurilor este indicată în fig. 7 pentru fiecare unghi, sensul fiind cel trigonometric. Deci limitele de variație ale lui γ sînt :

$$110° \leqslant \gamma \leqslant 160°$$

În grupul X, deci, în toate punctele în care curentul de scurtcircuit circulă de la bare spre linie (în punctele de alimentare, căci numai acolo ne interesează) mărimile aduse la elementele direcționale vor fi ca în fig. 8.

Poziția mărimilor aduse la elementele direcționale ale releelor din grupul *X* din punctele în care puterea de scurtcircuit circulă dinspre linie înspre bare se deduce evident din fig. 8 prin inversarea vectorilor curent (fig. 9).

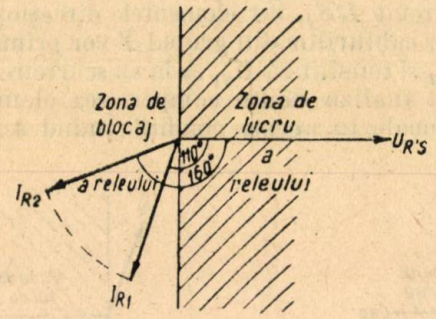


Fig. 8.

Din fig. 8 și 9 se vede că, spre deosebire de celelalte cazuri analizate cînd protecția funcționa corect, de astă dată în grupul *X* toate releele din punctele în care puterea de scurtcircuit pleacă de la bare au cuplu negativ la

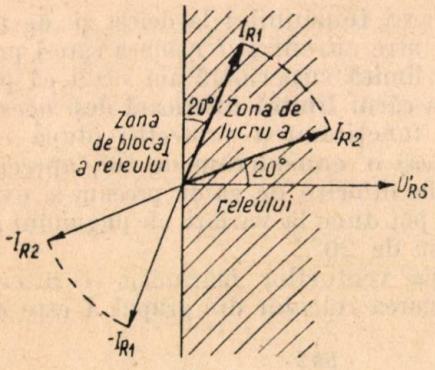


Fig. 9.

elementele direcționale și deci blochează declanșarea rapidă, iar cele din punctele în care puterea de scurtcircuit circulă înspre bare au cuplu pozitiv, deci permit declanșarea rapidă. Cum releele din *1* și *6* permit în orice poziție declanșarea rapidă, cablul *II* care nu este defect va fi deconectat rapid și abia apoi cablul *I* rămas ca un cablu radial (elementele de demaraj din *2* revin) este deconectat rapid așa după cum se poate deduce cu ușurință din fig. 1.

Deci funcționarea protecției în acest sector într-un asemenea caz de defect este incorectă căci se produc declanșări neselective cu întreruperi inutile de consumatori.

Funcționarea protecției la defectul pe care-l analizăm în grupul *Y* este corectă. Într-adevăr poziția mărimilor ce intervin în funcționarea elementelor direcționale din grupul *Y* este cea din fig. 10, iar unghiurile deduse la fel ca în cazul anterior au următoarele limite :

$$0° \leqslant \alpha \leqslant 30°\,;\quad -10° \leqslant \beta \leqslant 10°\,;$$

Deci :

$$-10° \leqslant \gamma \leqslant 40°$$

În grupul *Y* în toate punctele în care puterea de scurtciruit circulă dinspre bare spre linie mărimile aduse la elementele direcționale vor fi ca în fig. 11, iar în punctele în care puterea circulă dinspre linie spre bare, ca în fig. 12.

După cum se vede din fig. 11 și fig. 12 în grupul *Y* în punctele în care puterea de scurtcircuit pleacă de la bare, declanșarea rapidă este permisă, iar în cele în care puterea vine spre bare, aceasta este blocată. Deci în grupul *Y* va fi deconectat rapid cablul defect *IV* și numai acesta.

În concluzie, din analiza funcționării protecției secționale la toate genurile de defecte posibile se observă că aceasta lucrează incorect, neselectiv, numai în cazul dublei puneri la pămînt pe două cabluri diferite *ROT* și anume în sectorul de cabluri din care face parte cel ce are punerea la pămînt pe faza *R*.

Deși acest gen de defect este numai unul din cele șapte posibile, totuși, așa cum s-a mai

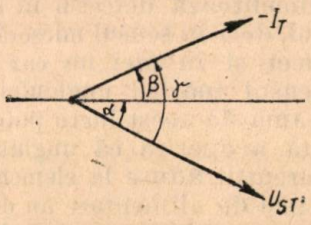


Fig. 10.

spus, în condițiile rețelei București el nu este un caz rar, simplele puneri la pămînt transformîndu-se aproape cu regularitate în duble puneri la pămînt. Din aceste motive, defecțiunea menționată a protecției secționale nu poate fi neglijată.

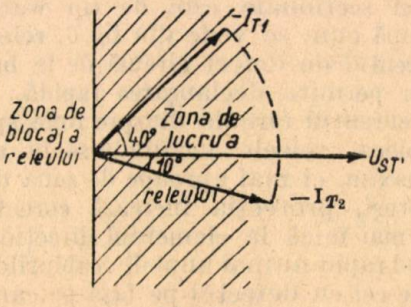


Fig. 11.

În cele ce urmează se indică măsura ce o propunem a se lua pentru înlăturarea defecțiunii principiale a protecției secționale, menționate mai sus.

Această măsură constă în completarea protecției secționale numai în punctele de alimentare și numai pe sosirile feederilor din centrală

(nu şi pe cablurile de echilibru) cu cîte un releu intermediar acţionat de organul de demaraj al fazei R şi intervenind în comutarea tensiunilor aşa cum se arată în schema din fig. 13.

Cu ajutorul acestei scheme se realizează aducerea la elementul direcţional al protecţiei,

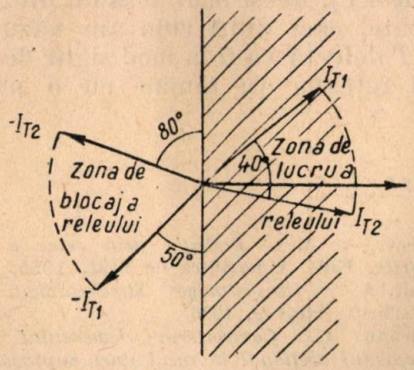


Fig. 12.

în cazul unei duble puneri la pămînt *ROT* în punctele din sectorul cu faza R pusă la pămînt a tensiunii U_{RT}, în locul tensiunii U_{RS} cum se aduce azi. Adică se aduce releul în condiţii de lucru identice cu cele din celelalte cazuri de defect în care am văzut că lucrează bine (se aduce tensiunea de defect).

Protecţia astfel modificată lucrînd corect la dubla punere la pămînt *ROT*, căci i se aduce tensiunea şi curentul de defect ca şi la dubla punere la pămînt *ROS* şi *SOT* (cînd după cum s-a văzut lucrează corect, dar nu în zona de cuplu maxim), mai trebuie verificat că ea nu lucrează fals la alte genuri de defecte, la care fără această modificare lucra bine.

După cum se vede din fig. 13 schema intră în funcţiune atunci cînd defectul afectează în sectorul respectiv (unde este montată) faza R.

La diversele genuri de defecte posibile protecţia va lucra după cum se arată mai jos:

a) *Scurtcircuit $R-T$ pe cablul pe care este montată protecţia.* Schema intră în funcţiune dar fără efect, contactul b fiind comutat în orice caz şi releul primind U_{R-T}. Protecţia lucrează corect.

b) *Scurtcircuit S-T pe cablul pe care este montată protecţia.* Schema nu intră în funcţiune.

c) *Scurtcircuit $R-S-T$ pe cablul pe care este montată protecţia.* Situaţia este aceeaşi ca la a.

d) *Scurtcircuit $R-S$ pe cablul pe care este montată protecţia.* Schema intră în funcţiune şi în loc să aducă la elementul direcţional tensiunea de defect U_{RS} se aduce la tensiunea U_{R-T} care este în urmă faţă de U_{R-S} cu un unghi de aproximativ 60° (se observă din fig. 2 că în cazul deformării chiar sensibile a triunghiului tensiunilor, unghiul între U_{R-S} şi U_{R-T} nu creşte). Cum unghiul între curentul de defect I_R şi tensiunea de defect U_{R-S} este într-un asemenea caz determinat de unghiul de scurtcircuit al cablului de maxim 20° inductiv, rezultă că între tensiunea şi curentul aduse la releu datorită funcţionării schemei va fi un unghi de 40° capacitativ, deci releul va lucra corect fiind în zona de lucru.

e) *Dublă punere la pămînt ROS, faza R fiind pusă la pămînt în sectorul în care este montată schema.* Schema intră în funcţiune şi la releu se va aduce nu tensiunea de defect U_{R-S}, ci tensiunea U_{R-T} decalată cu 60° în urmă faţă de prima. De astă dată însă prin această comutare se îmbunătăţeşte funcţionarea protecţiei. Într-adevăr, după cum s-a văzut în cazul unei duble puneri la pămînt pe cabluri diferite, curentul de defect este în urmă faţă de tensiunea de defect, cu 50—70°. Cum în locul tensiunii de defect U_{RS} se aduce tensiunea U_{RT} decalată aproximativ 60° în urma acesteia este clar că releul va fi în zona de cuplu maxim şi nu cum este în situaţia de azi în apropierea zonei de cuplu nul.

f) *Dublă punere la pămînt ROS, faza S fiind pusă la pămînt în sectorul în care este montată schema.* Nici protecţia şi nici schema de completare nu intră în funcţiune. Situaţia este identică cu aceea actuală.

g) *Dublă punere la pămînt SOT, faza S fiind pusă la pămînt în sectorul în care este montată schema.* Situaţia este identică cu aceea de la punctul f.

h) *Dublă punere la pămînt SOT, faza T fiind pusă la pămînt în sectorul în care este montată schema.* Schema nu intră în funcţiune şi protecţia lucrează corect.

În concluzie, cu completarea adusă, protecţia secţională va lucra corect la toate genurile de defecte posibile, funcţionarea ei fiind diferită de cea a protecţiei originale (fără modificare) numai în trei cazuri, în unul din ele corectînd

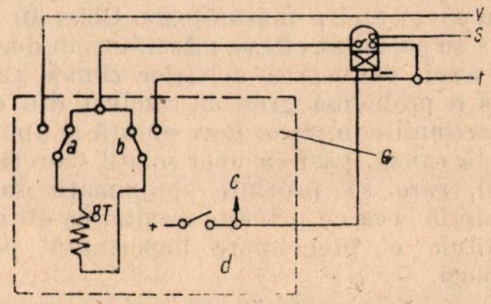


Fig. 13:
a şi *b* — contactele elementelor de demaraj care efectuează comutările tensiunilor; *c* — spre alte elemente ale protecţiei (fig. 1); *d* — contactul elementului de demaraj al fazei R; *e* — releul secţional (a se vedea fig. 1 şi 2).

defecţiunea acesteia, iar în celelalte două (scurtcircuit *RS* sau dublă punere la pămînt *ROS*) fiind echivalentă protecţiei originale.

În legătură cu schema propusă trebuie făcute două precizări:

1. Releul secţional dispune de o bornă liberă şi deci acţionarea releului intermediar de către elementul de demaraj al fazei R se realizează cu uşurinţă.

2. Modificarea se poate realiza şi fără montarea unui releu intermediar, prin adăugarea unor contacte la elementul de comutare acţionat de organul de demaraj (al cărui contact este notat cu *a* în fig. 13) al fazei R, care ar executa în plus şi comutarea nouă introdusă în funcţionarea protecţiei. S-a indicat soluţia cu releu intermediar pentru a se evita modificări de relee, dat fiind că cele în cauză precum şi spaţiile disponibile sînt mici, dar ambele soluţii sînt echivalente.

Modificarea se execută numai la sosirile feederilor din centrală în punctele de alimentare, căci pe cablurile de echilibru (dintre punctele de alimentare) ea nu este necesară.

Într-adevăr, după cum s-a văzut în cazul dublei puneri la pămînt în sectorul cu faza R pusă la pămînt, în punctele în care puterea de scurtcircuit pleca dinspre bare, releele blocau declanşarea rapidă, iar în cele în care puterea venea spre bare permiteau declanşarea rapidă. Rezultă deci că pentru defecte în afara cablurilor de echilibru nu va avea loc declanşarea rapidă a acestora (cum am văzut că se întîmplă la feederi), dar mai rezultă că nu va fi deconectat cablul de echilibru nici cînd faza R este pusă la pămînt pe el (în cazul dublei puneri la pămînt $R-T$). Acest lucru însă nu prezintă nici o gravitate, căci după cum am văzut cablul cu faza T defectă va fi în mod sigur deconectat rapid şi reţeaua va rămîne cu o punere la pămînt.

Bibliografie

[1] Fedoseev A. M.: *Protecţia prin relee a sistemelor electrice.* Edit. Energetică de Stat, 1955.

[2] Thewalt A.: *Einsystemiger Streckenschutz.* Siemens Zeitschrift, Heft 9, 1936.

[3] Mihăileanu C.: *Comportarea elementului direcţional al releului secţional în cazul unei suprasarcini dezechilibrate.* Revista „Energetica" şi Hidrotehnica", nr. 1, 1955.

532.57

Calculul debitelor de iarnă pe rîuri foarte mari şi fluvii, în cazul formării unui pod de gheaţă

S. SOLOMON *) — Bucureşti

Se prezintă o metodă aproximativă de calcul al debitelor de iarnă pe rîurile mari cu pod de gheaţă stabil. Metoda este verificată cu succes pentru calculul debitelor de iarnă ale Dunării.

Calculul debitelor de iarnă, în cazul apariţiei diverselor forme de gheaţă, prezintă, în general, mari dificultăţi. Măsurătorile de debite se execută în cursul iernii, în condiţii grele, şi — din această cauză — în multe cazuri, fie că dispunem de un număr redus de măsurători, fie că nu avem nici o măsurătoare. Chiar în cazul cînd s-au executat cîteva măsurători în decursul unei ierni, deducerea debitelor zilnice rămîne totuşi o problemă greu de rezolvat din cauza interacţiunii complexe între gheaţă şi apă. Din această cauză, găsirea unor soluţii teoretice de calcul, care să prezinte aproximaţii satisfăcătoare în ceea ce priveşte rezultatele obţinute, constituie o preocupare importantă pentru hidrologi.

În cele ce urmează, se propune o soluţie pentru calculul debitelor rîurilor foarte mari şi ale fluviilor, în cazul formării unui pod de gheaţă stabil.

Se presupune că se cunoaşte cheia limnimetrică pentru perioada anterioară şi posterioară perioadei cercetate, cheie limnimetrică ce s-a menţinut aceeaşi, sau aproximativ aceeaşi, în aceste două perioade.

Se presupune, de asemenea, că rîul sau fluviul studiat are o secţiune udată, în timpul iernii, suficient de mare în raport cu secţiunea gheţii, astfel încît aceasta din urmă să poată fi considerată neglijabilă în raport cu prima. O altă ipoteză admisă, este aceea că rugozitatea feţii inferioare a podului de gheaţă este egală cu rugozitatea albiei. Această ipoteză este admisibilă, ţinînd seama de faptul că pe această faţă se prinde năboi şi că, deseori, în momentul formării podului de gheaţă, aici se înglobează sloiuri, astfel încît macrorugozitatea podului de gheaţă se apropie mult de cea a unei albii de rîu. (De altfel, nici ipoteza aceasta şi nici cea precedentă nu sînt restrictive pentru calculele ce urmează, putîndu-se renunţa la ele şi conduce calculele în ipoteza unei rugozităţi diferite pentru gheaţă şi albie, precum şi în ipoteza unei reduceri a secţiunii udate, datorită formării podului de gheaţă; în acest caz, însă, sînt necesare măsurători foarte îngrijite ale grosimii podului de gheaţă şi poziţiei sale în raport cu oglinda apei şi cel puţin o măsurătoare de debit în timpul existenţei podului de gheaţă. Admiţînd ipotezele de mai sus, calculele se pot face în baza unor observaţii pur calitative asupra fenomenelor de iarnă şi nu este necesar să dispunem de măsurători de debite).

În urma formării podului de gheaţă, perimetrul muiat şi, prin urmare, rezistenţele de frecare cresc, nivelul se ridică — „apa se

*) Ing. S. Solomon este şef de secţie la Institutul de Studii şi Cercetări Hidrotehnice din cadrul Comitetului de Stat al Apelor.

umflă" — pentru a se restabili echilibrul hidraulic, adică pentru a permite trecerea debitului în noile condiții de scurgere. Astfel, apa ajunge la o cotă Hi, mai mare decît cota Hv corespunzătoare debitului respectiv, în cazul cînd nu s-ar fi format podul de gheață.

Fie Ω_v, P_v, R_v, V_v, Q_v, respectiv secțiunea udată, perimetrul muiat, raza hidraulică, viteza medie și debitul care corespund lui Hi, pentru cazul cînd rîul nu este acoperit cu un pod de gheață, și Ω_i, P_i, R_i, V_i, Q_i — elementele corespunzătoare în cazul acoperirii cu un pod de gheață.

Admițînd că suprafața gheții este neglijabilă în raport cu suprafața udată, avem :

$$\Omega_i \cong \Omega_v. \tag{1}$$

Cum, la rîurile mari și la fluvii, în calculul perimetrului muiat, adîncimea se poate neglija în raport cu lățimea, vom avea :

$$P_i \cong 2B = 2P_v \tag{2}$$

și raza hidraulică

$$R_i = \frac{\Omega_i}{R_i} = \frac{\Omega_v}{2P_v} = \frac{R_v}{2}. \tag{3}$$

Folosind formula lui Pavlovschi pentru determinarea vitezei și ținînd seama de faptul că pantele sînt aproximativ egale pentru debitele de iarnă și vară mici, vom avea :

$$V_i = \frac{1}{n} R_i^{y+0,5} i^{0,5}, \tag{4}$$

$$V_i = \frac{1}{n}\left(\frac{R_v}{2}\right)^{y+0,5} i^{0,5},$$

$$V_i = V_v \cdot 2^{-(y+0,5)}. \tag{5}$$

Pentru rîuri și fluvii, deci cu $R > 1$, după Pavlovschi

$$Y \cong 1,3\sqrt{n}. \tag{6}$$

Luînd pentru n valoarea 0,040 (după recomandările lui Pavlovschi pentru albii în condiții de scurgere rele, sinuoase, cu zone de apă moartă), avem :

$$Y = 1,3\sqrt{0,04} = 0,26, \tag{7}$$

$$V_i = 0,592\, V_v. \tag{8}$$

Rezultă și

$$Q_i = 0,592\, Q_v. \tag{9}$$

Așadar, debitele în perioada de iarnă, cînd rîul este acoperit de un pod de gheață stabil, se deduc de pe cheia limnimetrică de vară, înmulțind apoi debitele respective cu 0,592 *).

*) În articolul „*Contribuție la problema calculului debitelor de iarnă în perioadele cu pod de gheață*", publicat în revista „Hidrologia și Meteorologia", nr. 3 (5), 1957, autorul a arătat că dacă nu se fac ipotezele simplificatoare de mai sus, coeficientul de corecție are expresia :

$$K_Q = 0,615\,\frac{1}{K_n}(1 - 1,7\,K_Q + 0,7\,K_Q^2),$$

unde : K_n este un coeficient exprimînd modificarea rugozității albiei datorită rugozității diferite a gheții $\left(K_n = \frac{n_a + n_q}{2\,na}\right.$, unde : n_a este rugozitatea albiei și n_q rugozitatea gheții) iar K_R este raportul dintre secțiunea gheții și secțiunea totală.

Se înțelege că acest sistem de calcul nu se poate aplica atunci cînd există elemente ce perturbă regimul normal de scurgere, ca, de exemplu, zăpoarele.

O verificare interesantă a formulei (9) a putut fi făcută pe Dunăre, la posturile Orșova și Grădiște. Aceste două posturi se află situate la o distanță relativ mică și Dunărea nu primește afluenți importanți între ele. În iarna anului 1951—1952 nu au existat fenomene de iarnă. Debitele Dunării, calculate de CSA

Tabela 1

Debitele de iarnă ale Dunării, la Orșova și Grădiște, în 1952

Luna	Ianuarie		Februarie		Martie	
Postul	Grădiște	Orșova	Grădiște	Orșova	Grădiște	Orșova
Ziua	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s	m³/s
1	3 290	3 057	4 540	4 415	5 370	5 376
5	3 670	3 418	4 500	4 465	5 580	5 646
10	4 040	3 872	4 110	4 027	6 000	6 085
15	3 840	3 781	3 750	3 546	5 700	5 764
20	4 520	4 440	5 830	5 885	5 200	5 152
25	4 590	4 348	5 720	5 923	5 080	5 006
31	4 400	4 153	—	—	7 260	7 836

Tabela 2

Debitele de iarnă ale Dunării, la Grădiște și Orșova, în 1954

Luna	Ianuarie			Februarie			Martie		
Postul	Grădiște	Orșova	Grădiște corectat	Grădiște	Orșova	Grădiște corectat	Grădiște	Orșova	Grădiște corectat
1	2 580	1 547	1 530	4 520	2 465	2 570	3 540	2 199	2 100
2	2 530	1 547	1 500	4 580	2 881	2 710	3 520	2 239	2 090
3	2 460	1 456	1 455	4 620	2 736	2 740	3 560	2 319	2 110
4	2 480	1 547	1 470	4 690	2 678	2 780	3 700	2 380	2 190
5	2 520	1 521	1 500	4 720	2 678	2 800	**4 260**	**2 643**	**2 530***
6	2 660	1 494	1 575	4 350	2 598	2 640	7 020	3 240	—
7	3 070	1 430	1 820	4 090	2 530	2 518	6 900	6 760	—
8	3 120	1 507	1 850	3 930	2 530	2 330	7 420	7 571	—
9	3 120	1 443	1 850	3 730	2 666	2 210	7 710	8 887	—
10	3 060	1 534	1 810	3 560	2 401	2 110	8 440	8 140	—
11	3 040	1 494	1 800	3 440	2 422	2 040	9 030	8 643	—
12	2 980	1 434	1 765	3 320	2 444	1 970	9 280	9 170	—
13	2 970	1 430	1 760	3 200	2 380	1 900	9 140	9 248	—
14	2 960	1 494	1 750	3 170	2 298	1 880	8 920	8 836	—
15	2 960	1 481	1 750	2 120	2 142	1 850	8 580	8 385	—
16	2 960	1 521	1 750	3 040	2 013	1 800	8 720	8 385	—
17	2 950	1 494	1 745	3 020	1 944	1 790	8 180	8 140	—
18	2 970	1 456	1 760	3 040	1 894	1 800	7 780	7 900	—
19	2 940	1 584	1 740	3 060	1 877	1 820	7 420	7 478	—
20	2 930	1 584	1 735	3 060	1 927	1 820	6 940	7 341	—
21	2 930	1 596	1 735	3 140	1 961	1 860	6 700	6 544	—
22	2 930	1 609	1 735	3 210	1 979	1 900	6 430	6 544	—
23	2 940	1 622	1 740	3 290	2 049	1 950	6 250	6 375	—
24	3 040	1 687	1 800	3 360	2 104	1 990	6 070	6 085	—
25	3 220	1 707	1 910	3 420	2 199	2 020	5 860	6 045	—
26	3 430	1 844	2 040	3 470	2 142	2 060	5 660	6 045	—
27	3 670	1 861	2 170	3 480	2 123	2 065	5 580	5 863	—
28	3 840	2 086	2 270	3 530	2 123	2 090	5 590	5 764	—
29	4 060	2 319	2 410	—	—	—	5 590	5 923	—
30	4 330	2 319	2 560	—	—	—	5 550	5 844	—
31	4 420	2 444	2 620	—	—	—	5 610	5 724	—

*) Pînă la această dată s-a menținut podul de gheață la Grădiște.

pentru postul Orşova, şi debitele date în anuarul R.P.F. Iugoslavia pentru postul Grădişte au într-adevăr valori foarte apropiate (tabela 1). În iarna anului 1953—1954, la Grădişte s-a observat în decursul lunilor ianuarie, februarie, martie, formarea unui pod de gheaţă stabil, pe cînd la Orşova (din cauza vitezei mai mari) nu s-au înregistrat decît scurgeri de sloiuri. Cum debitele la Grădişte (după cum rezultă din compararea nivelelor şi debitelor în decursul întregului an) au fost calculate cu ajutorul cheii de vară şi în aceste trei luni, se constată că debitele la acest post sînt mult mai mari decît debitele corespunzătoare calculate la postul Orşova (tabela 2, coloanele 2, 3, 5, 6, 8, 9).

Înmulţind, însă, debitele la Grădişte cu 0,592, se obţin valori foarte apropiate de cele corespunzătoare debitelor calculate la postul Orşova (tabela 2, coloanele 4, 7, 10). O confirmare a metodei s-a obţinut şi în calculul debitelor de iarnă ale Dunării, la Oltenita, în anumite perioade.

621.317.333.6 :621.311.2.001.24.

Controlul rezistenţei de izolaţie în instalaţia de curent continuu operativ din staţiile şi din centralele electrice. Calculul şi verificarea schemei electrice

D. D. MATEI *) — Bucureşti

Se examinează limitele admisibile de variaţie ale rezistenţei de izolaţie la instalaţia de curent continuu operativ din staţiile şi centrale electrice. Controlul rezistenţei de izolaţie prin semnalizarea avariilor de izolaţie trebuie să evite falsa funcţionare a releelor.

Se calculează elementele schemei de control şi de semnalizare a defectelor de izolaţie, verificîndu-se caracteristicile releului de semnalizare.

Se dă o diagramă pentru determinarea rezistenţei de izolaţie faţă de pămînt a fiecărui pol al instalaţiei de curent continuu operativ.

Generalităţi

1. *Rolul* instalaţiei de curent continuu (c. c.) operativ din staţiile şi din centralele electrice este acela de a alimenta bobinele de anclanşare şi de declanşare a întreruptoarelor automate, circuitele de control, de comandă şi de semnalizare, cum şi iluminatul de siguranţă. Fiind una dintre problemele mai importante şi mai delicate, instalaţia de c. c. operativ trebuie privită cu o atenţie specială.

La centralele termoelectrice, reţeaua de c. c. operativ are lungimi apreciabile, întinzîndu-se în încăperile alimentării cu combustibil, a cazanelor, a pompelor etc., în care existînd mult praf sau umezeală izolaţia reţelei de c. c. poate căpăta defecte locale.

În general, dacă n-ar exista un control permanent al rezistenţei de izolaţie la instalaţia de c. c. operativ, eventualele defecte de izolaţie ar rămîne neobservate, provocînd scurtcircuite cu declanşări false de relee, care ar putea cauza grave accidente.

Pentru a preveni eventualele declanşări false de relee, la camera de comandă din staţiile şi din centralele electrice trebuie să se prevadă un dispozitiv special, echipat cu aparate electrice corespunzătoare. Acest dispozitiv asigură controlul permanent al rezistenţei de izolaţie din instalaţia de c. c. operativ, semnalizînd eventualele puneri accidentale la pămînt [1], [2], [3].

Organul de control al rezistenţei de izolaţie semnalizează, alarmînd personalul de serviciu din exploatare, care este obligat să localizeze partea defectă din instalaţie, separînd-o provizoriu pînă la remedierea defectului.

Toate dispozitivele cunoscute pentru controlul rezistenţei de izolaţie [5] semnalizează numai diferenţele de nivel ale izolaţiei celor doi poli ai instalaţiei de c. c. operativ. Scăderea simultană şi egală a ambelor nivele de izolaţie nu poate fi semnalizată; din această cauză personalul din exploatare are datoria ca, la anumite intervale de timp, să controleze rezistenţele de izolaţie ale celor doi poli ai instalaţiei de c. c. operativ.

2. *Ordinul de mărime* al rezistenţei de izolaţie a circuitelor de c. c. operativ între două siguranţe, după prescripţiile în vigoare [4], este de minimum 1 MΩ.

Normele generale de apreciere a calităţii izolaţiei [5] cer ca, în orice punct al unei reţele, între două aparate de protecţie sau după ultimul aparat de protecţie, curentul de scurgere să nu depăşească 1 mA, adică rezistenţa de izolaţie — exprimată în MΩ — să fie minimum U (U fiind tensiunea de serviciu în kV a fiecărui pol faţă de pămînt). De exemplu, la reţeaua de c. c. operativ de 220 V, tensiunea fiecărui pol faţă de pămînt fiind de 110 V, rezistenţa de izolaţie trebuie să fie de minimum 0,11 MΩ.

În această cifră nu intră rezistenţele de izolaţie ale aparatelor (contactoare, relee etc), ale electromotoarelor şi ale bateriilor de acumulatoare care se pot conecta la reţeaua de c. c. operativ. Evident că, dacă acestea din urmă se

*) Ing. D.D. Matei este proiectant electrician în IPROMET.

consideră conectate, pentru instalația de c. c. operativ va rezulta o rezistență de izolație inferioară valorii de 0,1 M Ω. Nivelul de izolație al polilor instalației de c. c. poate coborî, în funcție de întinderea și de gradul de izolație al circuitelor racordate după numărul și gradul de izolație al aparatelor și al mașinilor conectate la rețea.

3. *Condițiile tehnice pentru calculul și verificarea schemei de semnalizare a defectelor de izolație.* Schema pentru controlul rezistenței de izolație se calculează și se verifică în așa fel încît să semnalizeze la o eventuală punere accidentală la pămînt a bobinei celui mai sensibil releu fără ca acesta să declanșeze.

Scăderea rezistenței de izolație și a unui pol poate fi provocată, fie de un defect al izolamentului vreunui conductor, fie de o punere accidentală la pămînt a bobinei vreunui releu sau contactor alimentat în c. c., fie de atingerea accidentală de către o persoană a unuia dintre polii instalației de c. c. operativ.

Gradul de izolație al instalației de c. c. operativ va trebui în așa fel asigurat încît, dacă o persoană ar atinge accidental unul din poli, viața să nu-i fie periclitată.

Rezistența de izolație minimă practic admisibilă

4. *Rezistența de izolație minimă* practic admisibilă în instalațiile de curent continuu operativ trebuie să fie mai mare decît următoarele valori limită :

— rezistența bobinei celui mai sensibil releu alimentat în c. c. operativ ;

— rezistența de izolație minimă admisibilă pentru securitatea personalului de exploatare.

Imediat ce rezistența de izolație a unuia dintre polii instalației de c. c. operativ scade sub una din aceste limite. va trebui să intre în funcțiune releul de semnalizare.

5. *Rezistența de izolație minimă practic admisibilă pentru securitatea personalului* rezultă din următoarele două condiții :

1) la atingerea accidentală a unui pol, sub acțiunea curentului permanent, personalul să fie supus la o tensiune de atingere inferioară tensiunii de atingere admisibile ;

2) curentul rezultant dintre componenta permanentă și cea tranzitorie la timpul $t = 0{,}1$ s apărute la atingerea accidentală a unui pol să fie mai mic decît limita maximă suportată de organismul omenesc, limită care este de 0,05 A [8] și [10].

a) Pentru încăperile electrice, fiind admisibilă o tensiune de atingere de 250 V, întrucît instalațiile de c. c. operativ pot avea maximum 250 V, nu se pune prima condiție de securitate a personalului.

În încăperile productive (periculoase) însă, tensiunea de atingere admisibilă [7] este de maximum 40 V ; la atingerea unui pol al instalației, omul este supus la tensiunea de atingere U_p (fig. 1, *b*), care rezultă astfel :

$$U_p = rI_p = r\,\frac{R_1}{r + r_0 + R_1}\,I =$$

$$= r\,\frac{R_1}{r+r_0+R_1}\cdot\frac{U}{R_2 + \dfrac{(r+r_0)R_1}{r+r_0+R_1}} =$$

$$= \frac{rR_1U}{(r+r_0)(R_1+R_2)+R_1R_2},$$

unde s-au neglijat rezistențele conductoarelor, iar U, r, r_0, R_1 și R_2 au semnificația din fig. 1.

Punînd condiția :

$$U_p \leqslant 40 \text{ V},$$

dacă se consideră cazul cel mai defavorabil, cînd $r_0 = 0$, rezultă relația :

$$\frac{rR_1U}{r(R_1+R_2)+R_1R_2} \leqslant 40,$$

din care se deduce că personalul este supus la tensiuni accidentale de atingere mai mici decît 40 V, numai în cazurile cînd rezistența de izolație a unuia dintre poli depășește o anume limită, conform inegalității :

$$R_2 \geqslant \frac{r\,(U-40)}{40\left(1 - \dfrac{r}{R_1}\right)}. \qquad (5-1)$$

Exemplul I. Se consideră $U = 220$ V și $r = 1\,000$ Ω. Dacă în momentul atingerii accidentale $R_1 = 0{,}1$ M Ω, atunci din (5—1) rezultă :

$$R_2 \geqslant 4\,455 \text{ Ω},$$

iar în cazul cînd $R_1 = 0{,}01$ M Ω se obține :

$$R_2 \geqslant 4\,090 \text{ Ω}.$$

Deci, limita minimă admisibilă pentru rezistența de izolație a polului doi rezultă de circa 4 100 Ω. Pentru ca tensiunea de atingere să nu depășească 40 V, în încăperile productive va trebui ca rezistența de izolație a unuia dintre poli să nu scadă sub 4 100 Ω, rezistența de izolație a celuilalt pol rămînînd în limitele admisibile.

b) La atingerea accidentală a polului *1* (fig. 1, *b*) valoarea instantanee a curentului tranzitoriu [10], este :

$$i = \frac{\Delta U}{r}\,e^{-\frac{t}{r(C_1+C_2)}} \qquad (5-2)$$

unde :

$$U = U_1 - U_1' \qquad (5-3)$$

reprezintă variația de tensiune produsă prin atingerea accidentală.

Deoarece :

$$U_1 = R_1 \cdot I_s = \frac{UR_1}{R_1 + R_2}, \qquad (5-4)$$

în care I_s este curentul de scurgere înainte de atingerea accidentală, iar :

$$U_1' = R_1' I_s' = \frac{rR_1}{r + R_1} \cdot \frac{U}{R_2 + \frac{rR_1}{r + R_1}} =$$

$$= \frac{rUR_1}{rR_1 + (r + R_1) R_2}, \qquad (5-5)$$

unde I_s' este curentul de scurgere după atingerea accidentală a polului *1*.

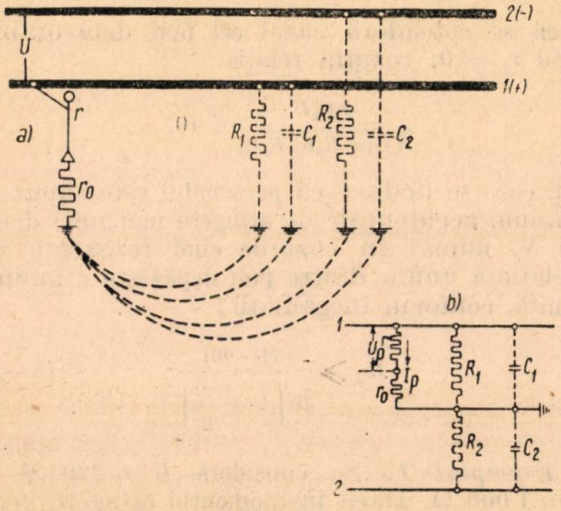


Fig. 1

Înlocuind (5—4) și (5—5) în (5—3), rezultă :

$$\Delta U = U_1 - U_1' = \frac{R_1^2 R_2 U}{(R_1 + R_2) \cdot [r(R_1 + R_2) + R_1 R_2]},$$

iar valoarea instantanee a curentului tranzitoriu capătă expresia :

$$i = \frac{R_1^2 R_2 U}{r(R_1 + R_2)[r(R_1 + R_2) + R_1 R_2]} e^{-\frac{t}{r(C_1 + C_2)}}. \qquad (5-6)$$

Exemplul 2. Rețeaua de curent continuu operativ este formată din 50 de circuite în cablu de cîte circa 100 m lungime, luîndu-se în medie $C_1 = C_2 = 5 \times 0{,}3 \cdot 10^{-6}$ $F = 1{,}5 \cdot 10^{-5}$ F și dacă se admite : $U = 220$ V, $r = 1\,000$ Ω, $R_1 = R_2 = 0{,}1 \cdot$ MΩ, atunci la timpul $t = 0$, înlocuind în relația (6—6), se găsește :

$$i_0 = \frac{R_1^2 R_2 U}{r(R_1 + R_2)[r(R_1 + R_2) + R_1 R_2]} = 107{,}8 \text{ mA}.$$

La timpul $t = 0{,}1$ s, exponentul exponențialei are valoarea $-10^2/3$, astfel încît componenta tranzitorie devine neglijabilă chiar în cazul unei rețele de c. c. operativ în cablu de 5 km lungime.

Alegerea releului de semnalizare

6. *Calculul rezistenței bobinei releului de semnalizare* este condiționat de către asigurarea unei suficiente sensibilități. Aceasta se poate realiza prin alegerea unui releu cu rezistența bobinei de același ordin de mărime cu valoarea rezistenței de izolație a instalației de c.c. operativ la care releul trebuie să semnalizeze.

Rezistența totală de izolație a rețelei de c. c. operativ este :

$$R_0 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}.$$

De exemplu, dacă admitem că releul trebuie să semnalizeze cînd rezistența de izolație a polului doi a scăzut, de la $R_2 = R_1 = 0{,}1$ MΩ, la $R_2 = 0{,}02$ MΩ, atunci R_s — rezistența bobinei releului de semnalizare — trebuie să fie de ordinul :

$$R \simeq R_2 = 15\,800 \ \Omega.$$

Această valoare orientativă este apoi verificată la condiția ca releul de semnalizare să lucreze înaintea celui mai sensibil releu alimentat în c. c., în ipoteza că bobina lui ar fi accidental pusă la pămînt.

În fig. 2, rezistențele de izolație R_1 și R_2 alcătuiesc o punte cu rezistențele alese convenabil r_1 și r_2, bobina releului de semnalizare R_s fiind conectată pe una dintre diagonalele punții.

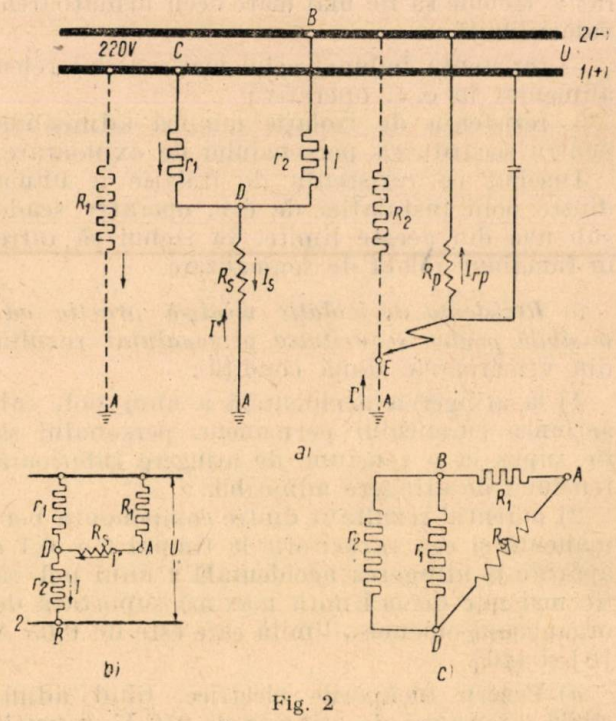


Fig. 2

În cazul cînd bobina unui releu oarecare R_p este accidental pusă la pămînt, atunci ea șuntează rezistența de izolație R_2, fiind parcursă de curentul I_p.

Mărimea rezistenței R_s a bobinei releului de semnalizare se determină punîndu-se condiția

ca curentul de punere la pământ I_p al releului R_p^- să fie inferior curentului de declanșare I_d al aceluiași releu R_p^+:

$$I_p < I_d. \qquad (6-1)$$

Intensitatea curentului I_p este dată de relația:

$$I_p = \frac{R_2}{R_2 + R_p} I' \qquad (6-2)$$

unde I' este curentul care circulă prin ramura $R_2 - R_p^-$ (fig. 2).

Calculul curentului I' se poate efectua aplicîndu-se metoda Thévenin-Helmholtz [11].

Dacă se notează cu U_{AB} — diferența de potențial dintre punctele de legătură ale ramurii $R_2 - R_p^-$ cînd aceasta este deschisă și cu R_i — rezistența interioară echivalentă a întregului ansamblu la bornele ramurii considerate, atunci se poate scrie:

$$I' = \frac{U_{AB}}{R_i + R_e}, \qquad (6-3)$$

unde R_e este rezistența ramurii $R_2 - R_p$, dată de relația:

$$R_e = \frac{R_2 \cdot R_p}{R_2 + R_p}. \qquad (6-4)$$

Căderea de tensiune U_{AB} (fig. 2 *b*) este dată de expresia:

$$U_{AB} = U_{BD} + U_{DA} = r_2 \cdot I + R_s \cdot I'', \qquad (6-5)$$

unde:

$$I = \frac{U}{r_2 + \frac{r_1(R_1 + R_s)}{r_1 + R_1 + R_s}} = \frac{U(r_1 + R_1 + R_s)}{r_1 r_2 + (r_1 + r_2)(R_1 + R_s)} \qquad (6-6)$$

și

$$I'' = \frac{r_1}{r_1 + R_1 + R_s} I = \frac{U r_1}{r_1 r_2 + (r_1 + r_2)(R_1 + R_s)} \qquad (6-7)$$

Înlocuindu-se în (6—5) valorile lui I și I'' date de relațiile (6—6) și (6—7), după efectuarea calculelor, rezultă:

$$U_{AB} = \frac{r_1 r_2 + (r_1 + r_2) R_s + r_2 R_1}{r_1 r_2 + (r_1 + r_2)(R_1 + R_s)} U. \qquad (6-8)$$

Rezistența interioară echivalentă a întregului ansamblu între punctele A și B, excluzînd ramura $R_2 - R_p$ și considerînd tensiunea U scurtcircuitată printr-o rezistență nulă, se determină lesne (fig. 2, *c*). Deoarece R_1 este șuntată de R_s, care-i conectată în serie cu rezistențele r_1 și r_2 montate în derivație, se obține:

$$R_i = \frac{R_1\left(R_s + \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}\right)}{R_1 + R_s + \frac{r_1 r_2}{r_1 + r_2}} = R_1 \frac{r_1 r_2 + (r_1 + r_2) R_s}{r_1 r_2 + (r_1 + r_2)(R_1 + R_s)} \qquad (6-9)$$

Dacă în relația (6—3) se înlocuiesc valorile lui R_e, U_{AB} și R_i, date respectiv de către relațiile (6—4), (6—8) și (6—9), se obține după efectuarea calculelor:

$$I_p = \frac{[r_1 r_2 + (r_1 + r_2) R_s + r_2 R_1] U R_2}{[r_1 r_2 + (r_1 + r_2) R_s][R_2(R_1 + R_p) + R_1 R_p] + (r_1 + r_2) R_1 R_2 R_p}$$

Luîndu-se $r_1 = r_2 = r =$ neglijabil față de R_1 și R_2, se obține:

$$I_p = \frac{(R_1 + 2R_s) U}{2R_s\left(R_1 + R_p + R_1 \frac{R_p}{R_2}\right) + 2R_1 R_p}.$$

Considerîndu-se:

$$R_2 \gg R_p,$$

se obține în final:

$$I_p = \frac{(R_1 + 2R_s) U}{2[(R_1 + R_p) R_s + R_1 R_p]}.$$

Condiția enunțată (6—1) devine:

$$\frac{(R_s + 2R_s) U}{2[(R_1 + R_p) R_s + R_1 R_p]} < I_d,$$

de unde se scoate valoarea lui R_s:

$$R_s > \frac{R_1(U - 2R_p I_d)}{2[I_d(R_1 + R_p) - U]} \qquad (6-10)$$

pentru care releul de semnalizare lucrează fără a produce declanșarea celui mai sensibil releu avînd curentul de declanșare I_d.

7. *Calculul puterii bobinei releului de semnalizare.* Pentru a se putea semnaliza o eventuală punere accidentală la pământ a celui mai sensibil releu conectat, trebuie ca curentul I_s, care circulă — în acest caz — prin bobina releului de semnalizare, să fie mai mare decît curentul său de declanșare I_{ds}:

$$I_s \geqslant I_{ds}.$$

Curentul I_s se calculează aplicînd teorema lui Thévenin-Helmholtz [11]. Se admite că diagonala punții cu releul de semnalizare R_s este deschisă în D, atunci între capetele acestei diagonale va exista diferența de potențial:

$$U_A - U_C = \frac{R_1 U}{R_1 + R_2} - \frac{r_1 U}{r_1 + r_2}.$$

Dacă se presupune că pe diagonală lucrează diferența de potențial $U_A - U_C$, tensiunea U aplicată punții fiind scurtcircuitată, rezistența interioară echivalentă între punctele A și C se determină scriindu-se:

$$R_i = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2} + \frac{r_1 \cdot r_2}{r_1 + r_2}.$$

Rezultă că, pentru releul de semnalizare, va circula curentul dat de relația:

$$I_s = \frac{U_A - U_C}{R_s + R_i}.$$

Înlocuind şi luînd prin construcţia schemei electrice $r_1 = r_2 = r$, rezultă în final :

$$I_s = \frac{U(R_1 - R_2)}{(R_1 + R_2)(2R_s + r) + 2R_1 R_2}. \quad (7-1)$$

Releul de semnalizare se alege în aşa fel încît curentul său de pornire să fie inferior sau cel puţin egal cu I_s, adică :

$$I_{ds} \leqslant \frac{U(R_1 - R_2)}{(R_1 + R_2)(2R_s + r) + 2R_1 R_2}.$$

Puterea releului de semnalizare ales trebuie să satisfacă condiţia :

$$P_{ds} \leqslant R_s \cdot I_{ds}^2$$

Exemplul 3. Se dă $U = 220$ V, $R_1 = R_2 = 0{,}1$ MΩ, $R_p = 0{,}02$ MΩ, $I_d = 5$ mA. În cazul cînd capătul bobinei releului R_p ar fi pus la pămînt (fig. 2) atunci $R_2 = R_p = 0{,}02$ MΩ. Folosind relaţiile (6—10) şi (7—1), se obţine $R_s = 2\,630$ Ω şi $I_s = 4{,}02$ mA. Rezultă că releul de semnalizare trebuie să aibă un curent de pornire $I_{ds} \leqslant 4{,}02$ mA, iar bobina lui o putere de pornire $P_{ds} \leqslant 0{,}0425$ W.

Alegerea voltohmetrului pentru controlul şi măsurarea rezistenţei de izolaţie

8. *Starea generală a izolaţiei* se apreciază cu un voltmetru magnetoelectric de mare rezistenţă interioară, avînd scala cu zero la mijloc.

Schema de principiu este dată în fig. 3. Conectarea voltmetrului V la reţea se face

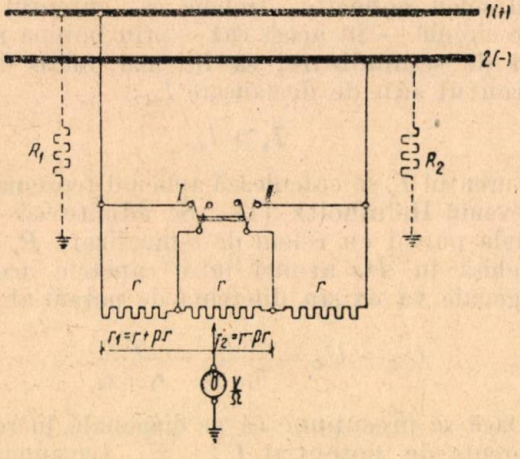


Fig. 3

printr-un comutator, care în poziţia *I* conectează voltmetrul la polul *1* (+), iar în poziţia *II* la polul *2* (—). În ambele poziţii, schema reprezintă o punte, în care două braţe sînt rezistenţele de izolaţie ale celor doi poli, iar celelalte două braţe sînt formate de un potenţiometru şi una dintre cele două rezistenţe egale r, cealaltă rezistenţă fixă r fiind scurtcircuitată de către comutatorul voltmetric. În oricare poziţie a comutatorului şi a potenţiometrului, $r_1 + r_2 = 2r$ (fig. 3).

Comutatorul fiind într-una din poziţiile *I* sau *II*, iar potenţiometrul în aşa fel reglat încît volmetrul să stea la zero, rezultă :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{r_1}{r_2} \text{ sau } \frac{R_1}{R_1 + R_2} = \frac{r_1}{r_1 + r_2}.$$

Dacă, fără a mişca cursorul potenţiometrului, schimbăm comutatorul în cealaltă poziţie, rezistenţele braţelor devin :

$$r'_1 = r_1 - r \text{ şi } r'_2 = r_2 + r,$$

tensiunea la bornele voltmetrului fiind :

$$U_v = 0{,}5U \frac{R_v}{R + R_v + \frac{r'_1 r'_2}{2r}}$$

unde R_v este rezistenţa interioară a voltmetrului.

Deoarece, în raport cu rezistenţa de izolaţie totală R_0 a instalaţiei, expresia $r'_1 \cdot r'_2/2r$ se poate neglija, rămîne :

$$U_v = \frac{0{,}5\,U \cdot R_v}{R_0 + R_v},$$

relaţie din care se poate deduce rezistenţa de izolaţie R_0 :

$$R_0 = 0{,}5\left(\frac{U}{U_v} - 2\right) \cdot R_v.$$

Această relaţie este folosită la gradarea voltmetrului pentru transformarea şi folosirea lui şi ca ohmetru.

Pentru ca schema să fie suficient de sensibilă, este absolut necesar ca rezistenţa interioară a voltmetrului să fie de mărimea rezistenţei de izolaţie. În tabela 1, pentru diferite tensiuni ale instalaţiei de c. c. operativ, sînt date rezistenţele interioare R_v şi limitele scalei voltmetrelor pentru controlul izolaţiei.

Tabela 1

Alegerea voltmetrului

U în Volt	220	110	48	24
R_v în MΩ	0,1	0,05	0,025	0,012
Scala în Volt	150—0—150	75—0—75	30—0—30	15—0—15

Dimensionarea rezistenţelor şi potenţiometrului

9. *Sensibilitatea schemei în punte*, conform relaţiei (7—1), este cu atît mai bună cu cît mărimea rezistenţei r este mai mică în raport cu rezistenţa de izolaţie a instalaţiei.

Pentru acest motiv, se obişnuieşte ca r să fie dimensionat în funcţie de rezistenţa de izolaţie

normală admisă pentru instalația de c. c. operativ, și anume circa 1/100 din această rezistență de izolație, după cum rezultă din tabela 2.

Tabela 2

Stabilirea valorii rezistențelor și potențiometrului

U în Volt	220	110	48	24
R_0 în MΩ	0,1	0,05	0,025	0,012
r în Ω	1 000	500	250	120

Pentru determinarea puterii electrice, la care trebuie dimensionate rezistențele fixe și potențiometrul, se calculează curentul care circulă

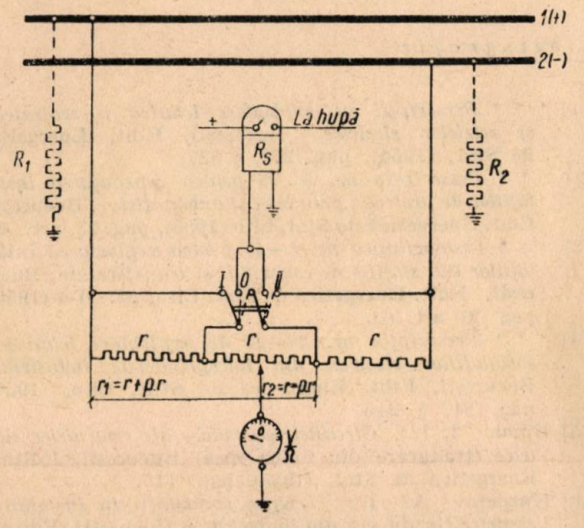


Fig. 4

permanent prin acestea. În poziția de repaus (fig. 4) comutatorul scurtcircuitează potențiometrul, iar prin rezistențele r_1 și r_2 vor circula respectiv curenții :

$$I_1 = \frac{U\,[(R_1 + R_2)\,R_s + R_1R_2 + rR_1]}{r\,[(R_1 + R_2)\,(2\,R_s + r) + 2R_1\,R_2]}, \qquad (9-1)$$

$$I_2 = \frac{U\,[(R_1+R_2)\,R_s + R_1\,R_2 + r\,R_2]}{r\,[(R_1 + R_2)\,(2R_s + r)+ 2R_1\,R_2\,]} \qquad (9-2)$$

în care s-a considerat $r_1 = r_2 = r$.

Exemplul 4. Se consideră $U = 220$ V, $R_1 = R_2 = 0{,}1$ MΩ, $R_s = 0{,}01$ MΩ, $r = 1\,000$ Ω. Înlocuind în relațiile (9—1) și (9—2) obținem :

$$I_1 = I_2 = I = 0{,}11 \text{ A}.$$

Rezultă că puterea electrică, pentru care se vor dimensiona rezistențele și potențiometrul, va fi :

$$P = rI^2 = 1\,000 \cdot 0{,}11^2 = 12{,}1 \text{ W}.$$

Determinarea rezistenței de izolație față de pământ a fiecărui pol al instalației de curent continuu operativ

10. *Indicațiile voltmetrului* V/Ω reprezintă valorile rezistenței de izolație a întregii instalații de c. c. operativ.

Pentru determinarea rezistenței de izolație a fiecărui pol, este necesar ca potențiometrul să fie prevăzut cu o scală gradată indicînd poziția cursorului în fracțiunea p din rezistența totală a potențiometrului (fig. 4).

Dacă puntea a fost echilibrată, comutatorul fiind în poziția *II*, se poate scrie :

$$\frac{R_1}{R_2} = \frac{r + p \cdot r}{r - p \cdot r} = \frac{1 + p}{1 - p}. \qquad (10-1)$$

Pe de altă parte, rezistența măsurată de voltohmetru este :

$$R_0 = \frac{R_1 \cdot R_2}{R_1 + R_2}. \qquad (10-2)$$

Rezolvînd ecuațiile (10—1) și (10—2), R_1 și R_2 fiind necunoscutele, obținem :

$$R_1 = k_1 \cdot R_0 \text{ și } R_2 = k_2 \cdot R_0, \qquad (10-3)$$

unde

$$k_1 = 2/(1 - p) \text{ și } k_2 = 2/(1 + p). \qquad (10-4)$$

Cînd puntea este echilibrată aducîndu-se comutatorul în poziția *I*, atunci R_1 și R_2 se determină pe baza acelorași relații (10—3), însă în acest caz :

$$k_1 = 2/(1 + p) \text{ și } k_2 = 2/(1 - p). \qquad (10-5)$$

Pe baza relațiilor (10—4) și (10—5), coeficienții k_1 și k_2 se determină grafic în funcție de poziția comutatorului și de gradația p corespunzătoare indicației cursorului potențiometrului.

În fig. 5, sînt trasate curbele C_1 și C_2 calculate pentru determinarea lui k_1 și k_2, scala potențiometrului fiind împărțită, de exemplu, în 60 de diviziuni egale.

11. *Determinarea rezistenței de izolație a fiecărui pol în parte* se face pe baza rezistenței totale de izolație R_0, cu ajutorul relațiilor (10—3) și al curbelor C_1C_2, după cum urmează :

a) Comutatorul fiind în poziția normală de semnalizare și dacă polii instalației au rezistențe de izolație egale, atunci acul voltohmetrului va sta la mijloc (zero). Dacă nivelul de izolație al unuia dintre poli a scăzut, atunci acul instrumentului de măsură deviază. Se schimbă comutatorul în poziția *I* și se deplasează cursorul potențiometrului pînă se aduce acul la zero. În cazul cînd nu se poate aduce acul la zero, se mută comutatorul în poziția *II*, repetîndu-se operația.

b) După aducerea acului la zero, se trece comutatorul din nou în poziția de semnalizare ;

în aceste condiții, acul aparatului va indica mărimea rezistenței totale de izolație R_0.

c) După cum poziția comutatorului, la care s-a adus acul la zero, a fost *I* sau *II* și după gradația cursorului potențiometrului, cu ajutorul curbelor C_1 și C_2 (fig. 5), se determină coeficienții k_1 și k_2.

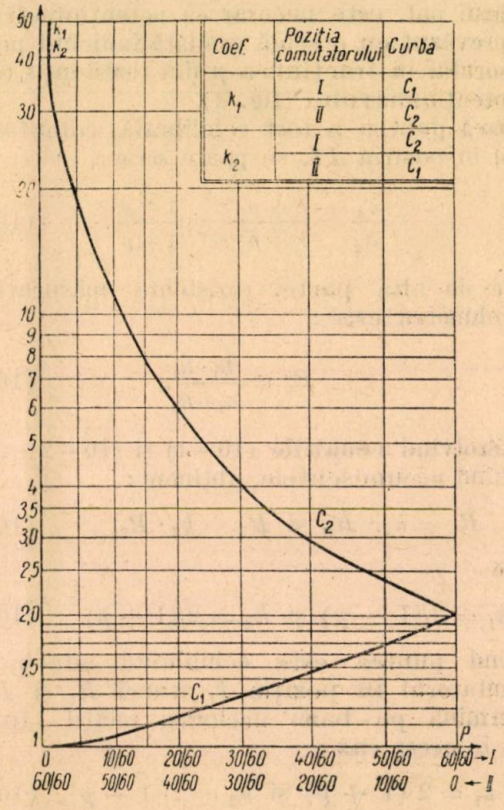


Fig. 5

d) Valorile lui R_0 și ale coeficienților k_1 și k_2 se introduc în relațiile (10—3), obținîndu-se rezistențele de izolație față de pămînt R_1 și R_2 ale celor doi poli ai instalației de c. c. operativ.

Exemplul 5. Dispozitivul de controlul izolației din camera de comandă a unei centrale termoelectrice semnalizează un defect de izolație. Se cere rezistența totală R_0 și rezistențele parțiale de izolație R_1, R_2 ale celor doi poli ai instalației de c. c. operativ.

Pentru a aduce acul voltmetrului la zero, electricianul de serviciu aduce comutatorul în poziția *II* și potențiometrul în poziția $p = 35/60$. Readucînd acum potențiometrul în poziția de semnalizare, acul voltohmetrului indică rezistența totală de izolație $R_0 = 8\,000\ \Omega$.

Folosind curbele C_1 și C_2 din fig. 5, pentru $p = 35/60$ se determină :

$$k_1 = 4{,}80 \text{ și } k_2 = 1{,}22$$

Formulele (10—4) conduc la rezultatul :

$$R_1 = 4{,}80 \cdot 8\,000 = 38\,400\ \Omega;$$

$$R_2 = 1{,}22 \cdot 8\,000 = 9\,760\ \Omega.$$

Bibliografie

[1] * * * *Prescripții de exploatare tehnică a centralelor și rețelelor electrice*, București, Edit. Energetică de Stat, (1954), pag. 279, § 827.
[2] * * * *Prescripția nr. 5—53 pentru amenajarea instalațiilor de protecție prin relee și automatizare*, București, Edit. Energetică de Stat, Lito (1953), pag. 23, art. 48.
[3] * * * *Instrucțiunea nr. 6—55 pentru exploatarea instalațiilor din stațiile de conexiuni și transformare*, București, Edit. Energetică de Stat, Lito, ed. II-a (1956), pag. 21 art. 64.
[4] * * * *Prescripția nr. 26—57 de exploatare tehnică a instalațiilor electrice din întreprinderile industriale*, București, Edit. Energetică de Stat, Lito, (1957), pag. 81, § 216.
[5] Gumin I. I.: *Circuitele secundare ale centralelor electrice* (traducere din limba rusă) București, Editura Energetică de Stat, (1955), pag. 117.
[6] Kuzneţov A. I.: *Tehnica securității în instalațiile electrice* (traducere din limba rusă) București, Editura Tehnică, (1952), pag. 95.
[7] Idem pag. 22
[8] Idem pag. 15-17.
[9] Idem pag. 68.
[10] Korolcova I. V.: *Electrosecuritatea în întreprinderile industriale* (traducere din limba rusă), București, Edit. I.D.T. Lito, pag. 11—15.
[11] Crug A. C.: *Bazele electrotehnicii* (traducere din limba rusă) București, Edit. Tehnică, (1952) vol. I, pag. 143.

621.311.25:621.438

Un nou sistem de acumulare de energie pentru reţelele electrice interconectate

În cadrul celei de-a XI-a sesiuni parţiale a Conferinţei Mondiale a Energiei, sesiune ţinută la Belgrad în iunie 1957, s-a pus în discuţie şi propunerea unui nou mod de acumulare de energie pentru sistemele energetice. Propunerea vine din partea unui grup de specialişti iugoslavi, care au studiat un nou tip de centrală, ajungînd la concluzii interesante. Urmărind realizarea unei cît mai bune coordonări între producerea şi consumul de energie în sistemele energetice, se propune un nou tip de instalaţie pentru acumularea energiei, avînd randamente superioare instalaţiilor existente. Desigur că doar realizarea practică a primelor instalaţii de acest tip — acum în fază de proiect — va putea da răspunsul definitiv în privinţa superiorităţii acestui mod de acumulare a energiei.

1. Descrierea instalaţiei

Instalaţia de acumulare propusă foloseşte o turbină cu gaze în circuit deschis, avînd o construcţie puţin modificată faţă de aceea a turbinei clasice cu gaze. Elementele principale ale noii instalaţii sînt: compresorul, camera de combustie, turbina şi recuperatorul, adăugîndu-se la toate acestea rezervorul de aer comprimat, rezervor amplasat între compresor şi camera de combustie.

Rezervorul ales este similar rezervoarelor subterane de gaz combustibil folosite în America, Franţa şi Germania, fiind constituit din pînze acvifere subterane. Aceste acumulatoare au marele avantaj că restituie în mod automat gazul sau aerul la aceeaşi presiune la care s-a făcut umplerea (diferenţele sînt de ordinul 5—10 %). În ce priveşte presiunea la care urmează să se facă acumularea, ea poate să fie stabilită pe alte considerente decît randamentul turbinei cu gaze, deoarece, din studiul curbei variaţiei randamentului la turbină în funcţie de presiunea aerului, rezultă că, la presiuni cuprinse între 6 şi 70 kg/cm², randamentul rămîne practic constant. Limitele largi ale presiunii optime la turbină permit ca alegerea presiunii de lucru să se facă, mai ales, în funcţie de adîncimea straturilor la nivelul cărora se face acumularea.

Marea deosebire între turbina clasică cu gaze şi cea cu acumulare de energie constă însă în funcţionare. Se ştie că, în cazul turbinei clasice cu gaze, compresorul funcţionează în acelaşi timp cu turbina, puterea disponibilă la arborele maşinii fiind egală cu diferenţa dintre puterea dată de turbină şi cea consumată de compresor.

În cazul turbinei cu gaze şi acumulare, compresorul funcţionează la debit şi presiune constantă, independent de turbină, depozitînd aerul comprimat în rezervorul subteran, unde se menţine o presiune constantă, fie că se face umplerea, fie că se face golirea lui. Turbina funcţionează cu aerul comprimat depozitat în acumulator, cantitatea de aer trimisă din rezervor spre turbină fiind reglată în funcţie de sarcina utilă. Acest mod de funcţionare face ca turbina şi compresorul să fie independente în funcţionarea lor, compresorul putînd folosi energia din orele de noapte, cînd în sistem avem o sarcină scăzută. În felul acesta, în orele vîrfurilor de sarcină, turbina poate lucra cu puterea sa nominală şi cu diferenţa dintre puterea sa şi cea a compresorului ca în cazul turbinelor clasice cu gaze.

2. Modul de funcţionare

După cum s-a mai spus, compresorul foloseşte energie din sistem în timpul nopţii, acumulînd aerul comprimat în rezervorul subteran. Comprimarea este izotermă, răcirea făcîndu-se cu apă.

Aerul comprimat adus din acumulator este încălzit în camera de combustie, fiind apoi destins în turbină. Aerul amestecat cu produsele combustiei este apoi trecut printr-un recuperator de căldură şi evacuat în atmosferă. Randamentul global al unei astfel de turbine ajunge la 30—40 %.

Pentru o mai bună fixare a ideilor, se dă în studiu schema indicată în fig. 1. Calculele efectuate pentru cazul indicat au arătat că pentru 1 kWh consumat de către motorul sincron care antrenează compresorul şi 2 000 kcal folosite la încălzirea aerului, se obţine la bornele generatorului 1,7 kWh. Considerînd un randament al turbinei cu gaze de 30 % rezultă că cele 2 000 kcal produc aproximativ 0,7 kWh, adică restul de 1 kWh, reprezentînd energia extrasă din reţea pentru acumulare, este redat integral în perioada de vîrf de sarcină. Calculele asupra pierderii de energie în procesul acumulării au arătat că există, totuşi, pierderi de circa 2 %, ele fiind rezultatul pierderilor în motorul sincron (1 %) şi al pierderilor de sarcină în acumulator (5—10 %). Autorul

raportului consideră că aceste pierderi sînt compensate de faptul că maşinile sincrone, cu care este utilată noua centrală, pot fi folosite şi drept compensatoare sincrone.

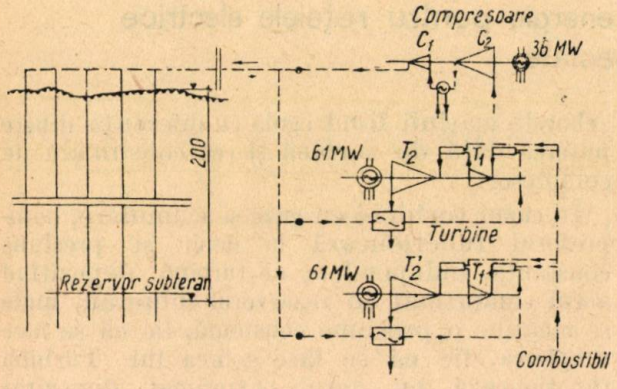


Fig. 1

3. Considerente tehnico-economice

În calculul tehnico-economic al noului sistem de acumulare a energiei, s-au luat în studiu patru variante posibile de funcţionare a centralei :

1) compresorul funcţionează x ore pe zi, iar turbina $24 - x$ ore ;

2) compresorul funcţionează 24 ore pe zi şi turbina $24 - x$ ore ;

3) compresorul funcţionează X ore zilnic şi turbina Y ore, suma $X + Y$ fiind mai mică decît 24 de ore ;

4) compresorul funcţionează $X + Y$ ore şi turbina Y ore, suma $X + Y$ fiind mai mică decît 24 de ore.

Variantele 3 şi 4 sînt, de fapt, cele care se apropie cel mai mult de cazul real. Într-un mare număr de sisteme energetice, perioada de vîrf durează între 4 şi 8 ore, suma perioadei de vîrf şi minima fiind mai mici decît 24 de ore.

Întrucît întregul ansamblu de construcţii şi utilaje necesare noului mod de acumulare au fost realizate în practică sub o formă similară (turbine cu gaze şi rezervoare subterane de gaz combustibil), stabilirea preţurilor s-a făcut pe baza valorilor date în literatura de specialitate.

Drept criteriu de comparaţie se ia turbina clasică cu gaze, considerîndu-se că aceasta ar fi cea mai indicată pentru centralele electrice de vîrf. Luîndu-se cazuri corespunzătoare de turbine clasice cu gaze şi turbina cu acumulator de aer comprimat, se ajunge la concluzia că noile instalaţii propuse au o investiţie specifică de 2,36 ori mai mică şi o investiţie pe kWh de două ori mai mică. Calculîndu-se preţul de cost al energiei de vîrf produse în noul tip de centrală electrică, rezultă că el este foarte apropiat de cel al centralelor termoelectrice de bază şi de cel al centralelor hidroelectrice de bază. Această posibilitate de uniformizare a preţului de cost al energiei face să apară noi avantaje în exploatarea sistemelor energetice. Valorile comparative ale costului energiei electrice produse în patru tipuri diferite de centrale sînt date de tabela 1.

Tabela 1

Tipul centralei	Centrală cu turbină cu gaze şi acumulatori	Centrală cu turbine clasice cu gaze	Centrală cu turbine cu abur moderne	Centrală hidroelectrică de bază
Cost de producţie pe kWh, %	100	171	104,3	97,2

În concluzie, se pot enumera următoarele avantaje ale centralelor avînd turbine cu gaze şi acumulare de aer comprimat :

1) investiţia specifică este mică în raport cu celelalte tipuri de centrale electrice ;

2) pierderile de energie pentru sistem sînt de ordinul 1 —2%, realizîndu-se, în acelaşi timp, o transformare a energiei de bază în energie de vîrf ;

3) costul de producţie al energiei este scăzut, egalînd costul energiei de bază produse în centrale termoelectrice moderne sau în centrale hidroelectrice de bază ;

4) permit centralelor termoelectrice şi liniilor de transport să funcţioneze cu o sarcină cît mai constantă ;

5) măresc siguranţa în exploatarea întregului sistem energetic.

În momentul de faţă, un grup de specialişti iugoslavi sînt pe punctul de a găsi un rezervor subteran în apropiere de Belgrad, astfel încît în curînd prima centrală electrică de acest nou tip va deveni o realitate.

Ing. **P. S.**

Bibliografie

Dordevič B. : *Un nouveau mode d'accumulation d'énergie pour les réseaux électriques interconnectés*, Raport B/36, sesiunea parţială a C.M.E. Belgrad 1957.

Congresul societăţii franceze a electricienilor de la Nancy (25—28 sept. 1957)

Ing. C. APETREI *) — Bucureşti
Candidat în ştiinţe tehnice

În acest an, în Franţa la Nancy, între 25 şi 28 septembrie, a avut loc Congresul societăţii franceze a electricienilor. A fost aleasă pentru Congres localitatea Nancy, ca una dintre cele mai importante localităţi industriale, comerciale şi culturale din Franţa; regiunea Lorenei, al cărei centru este Nancy, constituie, în privinţa industriei extractive miniere şi a celei metalurgice, unul dintre punctele cu concentrarea cea mai mare din Franţa.

La Congres au participat 600 de delegaţi, ingineri electricieni, din toate sectoarele importante ale industriei franceze; au mai participat, de asemenea numeroşi delegaţi străini, ingineri din Italia, Elveţia, Spania etc., cum şi reprezentanţi din Polonia, Iugoslavia şi Romînia.

Au fost reprezentate la Congres numeroase întreprinderi industriale — miniere, metalurgice, electrotehnice şi energetice, cum şi institute de cercetări şi institute de învăţămînt din Franţa şi din străinătate; la lucrările Congresului, au luat parte numeroase personalităţi ştiinţifice franceze, care activează în domeniul electrotehnicii şi al energeticii.

În cadrul Congresului au fost prezentate 24 de comunicări, axate pe două probleme importante: probleme de energetică (7 comunicări), cu reliefarea utilizării energiei nucleare în dezvoltarea bazei energetice a Franţei şi probleme privind aplicaţiile energiei electrice în industria minieră şi în cea metalurgică (17 comunicări). Comunicările prezentate, deşi axate pe aceste două mari probleme, au dezbătut aspecte foarte variate: aspecte privind hidroenergetica, energetica nucleară, industria extractivă a materialelor nucleare, probleme privind reţelele şi sistemele electrice, maşinile şi aparatele electrice, protecţia, semnalizarea şi automatizarea instalaţiilor electrice din industria minieră şi metalurgică etc.

Lucrările Congresului s-au desfăşurat în şedinţe comune — unde s-au prezentat comunicările privind utilizarea energiei nucleare — sau în şedinţe pe secţii de specialitate în care s-au prezentat aplicaţiile electricităţii în minerit, respectiv în metalurgie.

În cele ce urmează, va fi făcută o scurtă prezentare a conţinutului lucrărilor prezentate la Congres, grupîndu-le după specificul lor.

I. Probleme privind unele amenajări hidroenergetice

În acest domeniu, a fost prezentată de către R. Lefoulon, director al regiunii de echipare hidraulică Nord (Rin) a E.d.F.**), o singură comunicare intitulată „Amenajarea Rinului între Bâle şi Strasbourg".

Comunicarea a avut ca obiect prezentarea amenajărilor hidrotehnice de pe Rin, pe porţiunea Bâle-Strasbourg, luînd în considerare marele canal al Alsaciei între Kembs şi Strasbourg, avînd lungimea de circa 100 km; se au în vedere amenajările din următoarele localităţi: Kembs, Ottmarsheim, Fessenheim, Vogelgrun, Markolsheim, Sundhouse, Gertheim, şi Strasbourg.

Sînt interesante datele tehnice ale amenajării de la Fessenheim, vizitată de către congresişti în cadrul unei excursii de studii.

Canalul de aducere şi navigare are o lungime de circa 12 km, o lăţime de 130 m şi o adîncime de circa 9 m; canalul, cum şi lucrările de amenajare ale centralei şi ale ecluzelor, sînt dispuse în vechile aluviuni ale Rinului cu înălţimi pînă la 100 m, în locurile de amplasare a centralei hidroelectrice şi a ecluzelor.

Producţia anuală de energie electrică a uzinei (în an mediu) se ridică la circa 1 TWh.

În centrală, sînt instalate patru grupuri: turbinele sînt cu ax vertical, de tip Kaplan, la căderi H_{max}/H_{min}=15,85/15,05m, cu un debit maxim $Q = 290$ m³/s; viteza agregatului: 88,23 rot/min, cu o putere de 60 000 CP; hidrogeneratoarele cu ax vertical au următoarele caracteristici electrice: $P = 45\,000$ kVA; $U = 10\,300$ V; $f = 50$ Hz; cos $\varphi = 0{,}9$; transformatoarele, în număr de patru, tip trifazat au puterea $P = 45\,000$ kVA şi tensiunile $U_1/U_2 = 10{,}3/225$ kV.

Amenajarea hidroenergetică de la Fessenheim prezintă o mare importanţă în furnizarea energiei electrice în regiunea industrială a Alsaciei şi Lorenei, mai ales dacă se ţine seamă de introducerea masivă din ultima perioadă a electricităţii în industria minieră şi metalurgică.

II. Probleme privind dezvoltarea bazei energetice prin utilizarea energiei nucleare *)

Legat de această temă au fost prezentate următoarele şase comunicări:

1. „*Energia nucleară în echipamentul energetic francez*", prezentată de P. Ailleret, directorul general al studiilor şi cercetărilor a E.d.F.

2. „*Avantajele şi inconvenientele diferitelor tipuri de reactoare*", prezentată de R. Baumgartner, preşedintele France-Atomului.

3. „*Industria franceză în faţa programului Euratomului*", prezentată de R. Gibrat, director general al Indatomului.

4. „*Realizările şi proiectele E.d.F. în domeniul nuclear*", prezentată de J. P. Roux, directorul regiunii de echipament termic nuclear nr. 1 al E.d.F.

5. „*Crearea unui centru de studii nucleare*", prezentată de B. Delapalme, director adjunct al Centrului de studii nucleare din Grenoble.

6. „*Industria minieră de uraniu în Franţa şi Uniunea Franceză*", prezentată de J. Lecoq, director adjunct al cercetărilor şi exploatărilor miniere.

În prima comunicare, se analizează situaţia energetică generală a Franţei şi se fixează locul pe care-l poate ocupa în prezent şi în viitor energia nucleară în producerea energiei electrice.

Situaţia energetică a Franţei este caracterizată de o stagnare de durată relativ lungă (circa 25 de ani) a producţiei carbonifere; în această perioadă, surplusul de energie necesar a fost acoperit prin utilizarea produselor petrolifere şi a resurselor hidraulice; această situaţie este evidenţiată de scăderea procentului de cărbune în balanţa energetică a Franţei de la 92% în anul 1929 la 65% în anul 1955.

Pentru caracterizarea situaţiei energetice a Franţei, cum şi a rolului pe care urmează să-l joace energia nucleară în energetica Franţei, sînt interesante datele statistice indicate în tabela 1.

Din datele indicate în cele două tabele, rezultă că, în situaţia actuală, în Franţa:

a) importul de energie atinge proporţii însemnate de ordinul a 30% din energia primară necesară**); în prezent, Franţa este mare importatoare de petrol şi cărbune, situîn-

*) Director adjunct ştiinţific, în Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.
**) Eléctricité de France.

*) Primul şi al doilea punct se expun pe baza notelor şi a informaţiilor luate de către autor la Congres, textul comunicărilor nefiind predat pînă în prezent congresiştilor.
**) Importul total în anul 1957 poate fi apreciat la circa 42 mil. t. combustibil convenţional.

Tabela 1

a) **Energia produsă în Franţa**

Natura energiei	Unităţi	Producţia în anul 1954
Cărbune	mil. tone	54,4
Lignit	mil. tone	1,9
Energie hidraulică	TWh	24,2
Petrol brut	mil. tone	0,5
Gaze naturale	miliarde m^3	0,26

b) **Situaţia importului şi a exportului de energie în Franţa**

Natura energiei	Unităţi	Import	Export
Huilă şi lignit	mil. tone	12,1	2,9
Cocs siderurgic	mil. tone	3,8	0,1
Petrol brut	mil. tone	23,6	—
Produse petrolifere	mil. tone	0,5	5,9
Energie electrică	TWh	0,6	0,8

du-se pe primul loc printre ţările din Europa occidentală, în ce priveşte importul de cocs metalurgic;

b) cu toate rezervele importante de energie hidraulică şi de gaze naturale (ultimele cercetări de prospectare a subsolului francez indică resurse apreciabile de petrol şi de gaze naturale în sud-vestul Franţei), Franţa urmează să rămînă şi în viitor tributară importului de petrol şi de cărbune pe o perioadă de timp însemnată.

Energia electrică produsă în prezent — circa 50 TWh — se repartizează în proporţii aproximativ egale pe resursele termice clasice şi pe resursele hidroenergetice; resursele hidroenergetice amenajate reprezintă circa 40% din potenţialul hidroenergetic al Franţei; calcule tehnico-economice demonstrează necesitatea ca, în viitorul apropiat — sfîrşitul anului 1965 — procentul energiei electrice produse pe baza resurselor hidraulice să scadă de la 50%, la circa 35%.

Dacă se ţine seamă de aceste date şi se prevede o dublare a energiei electrice la zece ani, se poate uşor deduce că energia electrică produsă pe baze termice va necesita, în jurul anului 1965, o cantitate de circa 32 mil t combustibil convenţional (s-a avut în vedere valoarea medie a factorului de conversiune: 0,5 kg combustibil convenţional/kWh), faţă de circa 15 mil. t combustibil convenţional (factorul de conversiune: 0,6 kg/kWh) utilizat în prezent.

Această creştere considerabilă de combustibil necesar producerii de energie electrică va putea fi acoperită parte prin petrolul şi gazele naturale din zăcămintele proprii, parte prin importul unor cantităţi însemnate de cărbune şi petrol; micşorarea gradului de dependenţă de exterior, în privinţa resurselor energetice primare, se poate efectua numai prin introducerea în balanţa energetică a resurselor nucleare.

Necesitatea utilizării energiei nucleare în scopul dezvoltării bazei electroenergetice a Franţei, deşi într-o primă etapă va avea loc în proporţii modeste de circa 2 mil. t combustibil convenţional, constituie teza principală a comunicării *„Energia nucleară în echipamentul energetic francez"*.

Al doilea grup de comunicări — comunicările 2, 3, 4, 5, 6 — se ocupă de industria minieră a uraniului în Franţa şi în Uniunea Franceză, de industria franceză producătoare de utilaj energetic necesar centralelor atomoelectrice, de analiza comparativă a diferitelor tipuri de reactoare, de realizările şi de proiectele de viitor în utilizarea energetică a energiei nucleare în Franţa, sub aspectul cercetării şi al amenajărilor energetice.

În legătură cu acest grup de comunicări, se pot face următoarele observaţii:

a) Pînă la organizarea Comisiei pentru energia atomică „France-Atom" în anul 1945, Franţa nu dispunea de o producţie industrială de materiale radioactive; prin formarea acestei comisii, s-au creat premizele organizării explorării sistematice a subsolului Franţei şi al Uniunii Franceze, în privinţa rezervelor de materiale radioactive, de asemenea, s-a început exploatarea, pe cale industrială, a acestor materiale; Pînă în prezent, s-au stabilit rezerve importante de minereu de uraniu (în Franţa şi Uniunea Franceză) şi s-a putut asigura exploatarea unor cantităţi importante de uraniu.

b) Industria franceză posedă, în prezent, capacitatea producţiei utilajului energetic necesar centralelor atomoelectrice; în cadrul Euratomului industriei franceze îi revin sarcini importante legate de producţia reactoarelor, a schimbătoarelor de căldură, a instalaţiilor de control şi a celor de automatizare etc.

c) Analiza diferitelor tipuri de reactoare este indicat a se face luîndu-se drept criterii de stabilire a instalaţiei optime următorii factori:

— posibilităţile interne de asigurare a materiei prime „combustibile", care intervine în procesul de utilizare energetică a energiei nucleare;

— investiţiile iniţiale necesare şi costul energiei produse;

— siguranţa în exploatare, gradul de protecţie şi de automatizare în procesul de funcţionare;

— randamentul instalaţiei, funcţie de agentul termic utilizat.

În comunicarea (2), după analiza diferitelor tipuri de reactoare din punctele de vedere indicate, se propune ca tip de reactor adecvat pentru Franţa, reactorul bazat pe uraniu natural şi grafit, soluţie analogă soluţiei engleze.

d) În viitorul apropiat, Franţa urmează să-şi dezvolte baza sa energetică şi prin utilizarea energiei nucleare; pînă în prezent, în Franţa, sînt instalate cîteva reactoare, dintre care cel mai important din punct de vedere al industriei este reactorul de la Marcoule.

S-au efectuat studii şi proiecte de către E.d.F. pentru amenajarea unor centrale atomoelectrice, creîndu-se centrul de echipare termică nucleară nr. 1. a E.d.F.

e) Este necesar ca în Franţa să se acorde o deosebită atenţie dezvoltării centrelor de cercetare în domeniul energiei nucleare, comunicarea (5); crearea centrului de cercetări din Grenoble, pe lîngă Universitatea din Grenoble, obiectiv iniţiat în anul 1956 şi care urmează să se dea în funcţiune în anul 1959, se înscrie pe linia acestui imperativ.

Este demn de remarcat utilajul modern de cercetare, care urmează să echipeze cele nouă laboratoare importante ale centrului de cercetări din Grenoble.

Comunicările privind utilizarea energiei nucleare în totalitatea lor au arătat că, deşi în Franţa există o preocupare documentată, inginerească în acest domeniu, totuşi lucrările efectuate sînt doar într-o primă fază: de studiu şi de cercetare, de pregătire a documentaţiei necesare, de pregătire a cadrelor de cercetare, de proiectare şi de exploatare.

Impresiile împărtăşite Congresului de către prof. Guillen, recent întors dintr-o vizită în U.R.S.S., au arătat participanţilor la Congres avansul net al U.R.S.S. faţă de celelalte ţări în dezvoltarea şi în amenajarea instalaţiilor energetice pe baza energiei nucleare.

III. Probleme privind aplicaţiile energiei electrice în industria minieră (subteran)

În cadrul acestui grup de probleme, au fost prezentate şase comunicări, ale căror teme sînt următoarele:

1. *„Progrese şi ameliorăţii recente în reţelele de electrificare în subteran"*, prezentată de ing. I. Coppens.

2. *„Evoluţia cablurilor electrice din mine"*, prezentată de ing. M. Osty.

3. *„Mijloace noi pentru buna organizare a securităţii şi a protecţiei cablurilor"*, prezentată de ing. G. Bardaux şi V. Bardoux.

4. *„Materiale rezistente la foc pentru cabluri din mine şi din metalurgie"*, prezentată de ing. H. Nicolas.

5. *„Securitatea şi semnalizarea în mine"*, prezentată de ing. J. Debrock şi M. Gillet.

6. *„Semnalizarea automată a materialului rulant la mina Marie-Louise"*, prezentată de ing. M. Heidet.

Pe scurt, conţinutul comunicărilor este următorul:

1. În comunicare (1) se indică, sub formă de sinteză, modul cum a evoluat introducerea electricităţii în minerit,

evoluţia instalaţiilor electrice din mine, nivelul lor de exploatare etc.

Se arată că introducerea energiei electrice în industria minieră datează, de fapt, încă din perioada anilor 1945—1946, în anul 1957 puterea electrică din bazinele carbonifere (huile), utilizată în subteran, ridicîndu-se la circa 200 MVA; se dă ca exemplu bazinul Lorenei cu o putere de circa 40 MVA şi un cablaj electric total de circa 700 km.

Energia electrică este transportată în subteran la 3 sau 5 kV, transformîndu-se apoi la tensiunea standardizată de 0,5 kV; transformatoarele de tip protejat împotriva scurtcircuitelor şi a incendiilor au o putere ce variază între 100 şi 250 kVA; dat fiind căderile însemnate de tensiune, se studiază, în prezent, trecerea în subteran la tensiunea de 1 kV.

Reţelele electrice din subteran funcţionează cu neutrul izolat, ceea ce ridică probleme importante în legătură cu starea izolaţiei instalaţiilor şi a controlului ei permanent.

În comunicare, se expune pe larg problema protecţiei împotriva scurtcircuitelor, dat fiind pericolul incendiilor şi al exploziilor în minele cu grizu; se face, de asemenea, o trecere în revistă a instalaţiilor electronice introduse în subteran pentru semnalizare, control, protecţie şi comandă automată a instalaţiilor miniere.

2. În lucrare (2), se arată importanţa cablurilor electrice pentru exploatarea subterană a minelor; se trece în revistă evoluţia cablurilor, în funcţie de nivelul tehnic al materialelor electromecanice constructive şi de tehnologia de fabricaţie.

Se indică principalele tipuri de cabluri: cabluri de suprafaţă, cabluri pentru abataje, cabluri de galerie de înaltă sau joasă tensiune, cabluri suple sau semi-suple, cabluri de telefonie sau de semnalizare etc; în concluzie, se subliniază factorii importanţi, care au determinat dezvoltarea construcţiei de cabluri şi anume: gradul mărit de securitate necesar în subteran şi stabilirea unor soluţii constructive economice simple în execuţie şi în exploatare.

3. În comunicare (3), se prezintă două procedee utilizate în tehnica construcţiei cablurilor electrice pentru mărirea gradului de securitate în exploatare:

Primul procedeu constă în realizarea cablului cu contacte; cablul cu contacte permite acţionarea, dintr-un punct oarecare al parcursului său, a unui releu care poate să transmită mai departe o comandă de oprire sau de amorsare a unei maşini din circuit; se redau detaliile constructive, modul de funcţionare, cum şi comportarea în exploatare a unor asemenea cabluri.

A doua soluţie reprezintă un procedeu simplu de armare a cablurilor; procedeul indicat are următoarele avantaje: asigurarea unei bune protecţii a armurii mecanice împotriva coroziunilor, îndepărtarea pericolului incendiilor, un bun izolament electric etc.

Lucrarea prezentată are un caracter descriptiv, cu suficiente detalii constructive şi funcţionale pentru aplicarea procedeelor respective în practică.

4. Lucrarea (4) cuprinde trei părţi: o introducere, în care se face clasificarea materialelor rezistente la foc; partea a doua, în care se trec în revistă materialele electrotehnice curent utilizate în construcţia cablurilor electrice (materialele lichide şi termoplastice — uleiuri, polietilen, teflon, hostaflan — materiale vulcanizabile — neopren, hypalon, ilicar, cauciuc de silicon etc); a treia parte a lucrării se ocupă cu descrierea cîtorva tipuri de cabluri rezistente la foc; se redau încercările de rezistenţă la foc a cablurilor.

Lucrarea prezintă interes din punctul de vedere al sintezei, privind o clasă importantă de materiale utilizate în construcţia cablurilor.

5. Comunicarea (5) prezintă schematic evoluţia sistemelor de semnalizare utilizate în exploatarea minelor; tehnica semnalizărilor, introdusă pe o scară largă în principalele bazine miniere, intervine ca un factor esenţial în mecanizarea lucrărilor de abataj, prin respectarea securităţii muncitorilor şi prin reducerea la minimum a timpilor morţi din procesul de lucru.

Sînt indicate tendinţele actuale în tehnica semnalizărilor, reliefîndu-se:

— securitatea personalului în abataje;

— securitatea transportului în subteran;

— controlul vitezei ascensoarelor în puţuri şi deservirea maşinilor de extracţie.

Lucrarea are un caracter descriptiv şi pune la dispoziţia celor interesaţi indicaţii tehnice importante asupra aparaturii care asigură îndeplinirea funcţiunilor de lucru indicate anterior.

6. În comunicarea (6), se redau principiile care au stat la baza organizării semnalizării automate în mina de potasiu Marie-Louise din Alsacia.

Sînt indicate caracteristicile transportului de la un anumit orizont şi ale sistemului de semnalizare adoptat; se indică principiile generale ale sistemului de semnalizare, se descriu materialul utilizat, funcţionarea sistemului şi comportarea sa în exploatare.

Sistemul descris în lucrare se evidenţiază prin simplitatea (format din cabluri armate, relee şi blocuri de alimentare, pedale magnetice, baraj luminos etc.) şi prin robusteţea sa în condiţiile grele de exploatare din subteran.

Din prezentarea sumară a conţinutului lucrărilor, care privesc introducerea electricităţii în subteran, se poate observa că un referat tratează problema generală a electrificării minelor, trei referate tratează aspectele constructive ale tehnicii cablurilor electrice şi două referate atacă problema importantă a semnalizării şi a securităţii în mine.

În modul de tratare a problemelor, predomină caracterul descriptiv, indicaţiile cuprinse în referate putînd totuşi constitui indicaţii preţioase în ce priveşte introducerea şi extinderea electricităţii în munca din subteran.

IV. **Probleme privind aplicaţiile energiei electrice în industria minieră** (instalaţii la zi)

În cadrul acestui grup de probleme, s-au prezentat următoarele comunicări:

1. *„Sistem centralizat de exploatare a unei reţele de 65 kV din bazinul carbonifer Lorena"*, prezentată de ing. G. Camaille.

2. *„Extensiunea, la reţelele industriale a siguranţei aduse reţelelor miniere de controlul permanent al izolaţiei, în raport cu pămîntul"*, de ing. J. Rouvel.

3. *„Utilizarea posturilor prefabricate şi a disjunctoarelor de suflaj magnetic pentru alimentarea industriei metalurgice şi miniere"*, de ing. B. Fernier şi C. Dubois.

4. *„Maşini de extracţie cu comandă automată"*, prezentată de ing. G. Brahamsha, R. Vatinel şi G. Meirsschaut.

5. *„Ultimele perfecţionări aduse controlului maşinilor de extracţie cu cuplaj Leonard"*, prezentată de ing. J. Laporte.

1. În prima comunicare, se expun principiile care au stat la baza elaborării sistemului centralizat de exploatare într-una din zonele importante ale bazinului carbonifer Lorena: sistemul la tensiune de 65 kV controlează o putere instalată de circa 185 MW cuprinzînd circa 20 de staţii electrice de 65/5 kV şi 65/3 kV.

Comanda centralizată a posturilor de transformare este bazată pe un dispozitiv de telecomandă cu înregistrare sincronă şi pe dispozitive de telemăsură şi telenumărătoare; sistemul respectiv permite informarea corectă şi dă posibilitatea unei acţionări rapide şi sigure.

În lucrare sînt prezentate caracteristicile reţelei de 65 kV, se descriu sistemele de telecomandă, telemăsură etc. şi se indică cîteva aspecte privind comportarea sistemului adoptat în exploatare.

2. Comunicarea (2) prezintă avantajele reţelei electrice cu neutrul izolat, întîlnită în exploatările miniere, în subteran. Se subliniază necesitatea controlului periodic al izolaţiei reţelei în raport cu pămîntul, se descrie o metodă sinplă de măsurare a izolaţiei reţelei în raport cu pămîntul, prin utilizarea unei surse de curent continuu.

În a doua parte a lucrării, se analizează avantajele exploatării reţelelor industriale cu neutrul izolat şi se subliniază oportunitatea controlului izolaţiei acestor reţele, prin utilizarea aceleiaşi metode întîlnite în subteran.

3. În comunicarea a treia se dezbat două probleme importante: posturile electrice prefabricate şi disjunctoarele cu suflaj magnetic.

În legătură cu prima problemă, se prezintă principiile generale în alegerea distribuţiei şi a schemei electrice. Se indică avantajele sistemului de distribuţie repartizat faţă de cel centralizat, propunîndu-se primul sistem.

Materialul electric din instalaţiile prefabricate poate fi fix sau mobil; materialul mobil, deşi mai anconbrant, prezintă totuşi avantaje în ce priveşte siguranţa, întreţinerea, schimbarea elementelor etc; ambele genuri de materiale sînt, în prezent, larg utilizate în construcţia posturilor prefabricate. În lucrare, se dau indicaţii asupra izolaţiei tabloului, celulelor, barelor etc, cum şi aspecte constructive, care privesc fabricaţia părţilor mobile şi a celor fixe ale posturilor prefabricate.

În partea a doua a referatului se prezintă descrierea disjunctorului cu suflaj magnetic, principiul său de funcţionare cum şi indicaţiile care privesc dispozitivul de rupere; se arată modul de întreţinere a aparatului.

În încheierea comunicării, se subliniază că, în cazul distribuţiei repartizate, combinarea posturilor prefabricate cu disjunctoarele cu suflaj magnetic constituie o soluţie economică uşor de întreţinut şi sigură în exploatarea minieră şi metalurgică.

4. Comunicarea (4) analizează procesul de funcţionare al maşinilor de extracţie (motoare de curent continuu) alimentate de un grup Ward-Leonard; prin utilizarea tahodinamului ca element de măsură şi a amplificatoarelor magnetice ca elemente de amplificare, se realizează diferite scheme de control şi de reglare automată a vitezei, a acceleraţiei şi a curentului maşinii de extracţie — limitarea acceleraţiei şi a curentului.

Schemele analizate în lucrare permit trecerea la comandă automată a maşinii de extracţie, prin înlocuirea manevrelor manuale cu dispozitive simple cu relee şi contactoare.

Schemele redate în lucrare sînt simple, iar performanţele asigurate sînt mulţumitoare pentru practică.

5. În ultima comunicare (5), se expun principiile de îmbunătăţire a sistemului de extracţie alimentat de un grup Ward-Leonard şi comandat automat prin utilizarea amplidinei. Vechea schemă este reconsiderată prin introducerea în schemă a amplificatoarelor magnetice, amplidina este menţinută în schemă cu rolul de releu intermediar de putere, funcţiunile de reglare automată îndeplinindu-le amplificatoarele magnetice.

Introducerea în schemă a amplificatoarelor magnetice permite reducerea curenţilor de control, mărirea preciziei reglajului, simplificarea schemei şi mărirea siguranţei în exploatare.

În lucrare se redau: descrierea sistemului de comandă automată şi funcţiunile sale, comparaţie tehnico-economică cu sistemul de acţionare automat utilizat anterior.

Comunicările prezentate în domeniul acestui grup de probleme, după cum reiese din expunerea sumară a conţinutului lor, îmbrăţişează probleme privind reţelele electrice şi posturile de transformare, cum şi aspecte privind acţionarea automată a maşinilor de extracţie.

Lucrările sînt interesante, atît prin problemele tehnice dezbătute, cît şi prin soluţiile practice recomandate.

V. Probleme privind aplicaţiile energiei electrice în industria metalurgică

Au fost prezentate şase comunicări, cu următoarele subiecte:

1. *„Automatizarea în siderurgie"*, prezentată de ing. E. Pinon.

2. *„Tendinţe moderne în antrenarea electrică a laminoarelor mari reversibile"*, prezentată de ing. S. Semmel.

3. *„Laminoare la rece reversibile controlate de redresoare cu grile comandate"*, prezentată de ing. M. Berquet.

4. *„Alimentarea şi reglarea motoarelor de acţionare a cajelor, în cazul trenurilor de laminare la cald"*, prezentată de ing. Ceyrac.

5. *„Protecţia împotriva pericolelor de electrocutare în cazul cuptoarelor cu arc"*, prezentată de G. Bodier.

6. *„Uscarea electrică a căptuşelii inferioare a convertizoarelor Thomas"*, prezentată de ing. R. Lindas.

Pe scurt, conţinutul comunicărilor citate este următorul:

1. În comunicare (1) se începe cu un scurt istoric, în care se arată introducerea semiautomatizării şi a automatizării în siderurgie. În Franţa, acest proces are o vechime de mai bine de 25 de ani; dezvoltarea automatizării s-a putut face concomitent cu evoluţia fabricaţiei unor elemente de bază pentru constituirea schemelor automate, cum ar fi: contactoarele, releele, celulele fotoelectrice, redresoarele, amplificatoarele etc.

În lucrare, se subliniază două probleme importante şi anume: introducerea contactoarelor în serviciile auxiliare ale laminoarelor şi semiautomatizarea aplicată cuptoarelor pentru reîncălzirea semiproduselor de laminare.

Lucrarea are un caracter descriptiv şi în concluzie subliniază rămînerea în urmă a industriei franceze în domeniul introducerii automatizării, mai ales a industriei metalurgice, cum şi lipsa de cadre specializate, resimţită în exploatare.

2. În lucrare (2) se trece în revistă progresul realizat de către modernizarea echipamentului electric al marilor laminoare reversibile, în ultimii 25 de ani.

Micşorarea inerţiei motoarelor de acţionare, una dintre tendinţele manifestate, conduce la cîştiguri importante în privinţa timpului de reversiune şi la economii importante de energie; micşorarea inerţiei s-a realizat prin fracţionarea indusului, prin alungirea rotoarelor etc; utilizarea pentru maşini a tensiunilor joase de curent continuu, prin montarea în serie alternată a motoarelor — a condus la economii importante în privinţa aparatajului electric, a unei exploatări mai simple etc.

Ca tendinţe actuale în acţionarea electrică din metalurgie, subliniate în referate, se remarcă: utilizarea grupurilor sincrone, introducerea grupurilor statice redresoare cu mercur pentru alimentarea motoarelor de curent continuu etc.

Controlul şi comanda automată a maşinilor de acţionare a cajelor capătă o importanţă de prim ordin în dezvoltarea şi înzestrarea cu echipament electric a industriei metalurgice.

3. Comunicarea (3) prezintă soluţia adoptată în alimentarea motoarelor de antrenare a laminorului şi a bobinatoarelor, în cazul procesului de laminare la rece în foi subţiri; se analizează soluţia adoptată de către forjele „Blagny-Caringnan".

În principiu, soluţia expusă constă în înlocuirea alimentării motoarelor de acţionare de la grupurile Ward-Leonard cu alimentarea individuală de la redresoarele cu vapori de mercur.

Redresoarele cu mercur sînt redresoare polianodice cu cuvă metalică şi grile comandate; în lucrare, se subliniază avantajele redresoarelor statice faţă de redresoarele turnante, evidenţiindu-se noutatea soluţiei adoptate.

Totodată, se prezintă schema de funcţionare, principiul de funcţionare, performanţele schemei etc.

4. În comunicarea (4) se prezintă problemele importante ce se pun constructorului în cazul fabricaţiei echipamentului electric de acţionare a laminoarelor la cald.

Se indică principalele soluţii pentru alimentarea şi pentru reglarea motoarelor de antrenare a cajelor şi se analizează detaliat două scheme: alimentarea individuală a motoarelor prin scheme bloc (transformator-mutator) şi reglarea vitezei în indus; alimentarea centralizată (transformatoare — cîteva mutatoare cu motoare de curent continuu) şi reglarea vitezei prin acţionarea asupra cîmpului inductor; în ambele cazuri, reglarea vitezei se realizează prin utilizarea unor scheme electronice.

5. Lucrarea (5) trece în revistă diferite procedee de protecţie a personalului, în cazul pierderii totale a izolaţiei cuptorului faţă de masă.

Lucrarea este împărţită în mai multe capitole şi tratează curentul periculos şi curentul de traversare a corpului, cuptoarele cu arc privite din punctul de vedere al protecţiei, mijloacele de protecţie etc.

Datele indicate în lucrare sînt precise; se redau numeroase calcule, curbe etc., pentru caracterizarea aspectelor tratate.

6. În lucrare (6), se indică un procedeu electric de uscare a îmbrăcăminţii refractare (partea inferioară) a convertizoarelor Thomas; procedeul indicat permite accelerarea procesului de uscare şi ieftinirea sa. Se descriu: sistemul de rezistenţe electrice cu care se realizează încălzirea, sistemul de alimentare cu energie electrică şi alte detalii constructive.

Comunicările prezentate în cadrul acestui grup de probleme se concentrează asupra aspectelor care privesc acţionarea şi reglarea automată a grupurilor de antrenare a laminoarelor; indicaţiile cuprinse în lucrări permit stabilirea gradului de modernizare a instalaţiilor din domeniul industriei metalurgice.

VI. Cîteva concluzii cu caracter general

Lucrările Congresului de la Nancy au luat în dezbatere probleme cu aspect tehnic, deosebit de importante pentru cîteva domenii ale industriei grele şi anume: energetică, electrotehnică, mine şi metalurgie.

Deşi foarte variată, tematica comunicărilor prezentate a reuşit, totuşi, să se concentreze asupra cîtorva probleme mai importante; comunicările au fost dezvoltate pînă la expunerea unor realizări practice cu indicaţii constructive, funcţionale şi economice concrete.

Printre altele, comunicările recomandă:

— necesitatea introducerii pe scară largă a energiei electrice în minerit şi în metalurgie; crearea reţelelor de cabluri, utilizarea posturilor prefabricate, alegerea sistemelor centralizate etc. reprezintă mijloace moderne în crearea sistemelor electrice din aceste domenii industriale;

— necesitatea introducerii pe scară largă a acţionării şi reglajului automat în exploatările miniere şi în cele metalurgice; este recomandabil pentru aceasta utilizarea largă a electronicii, a amplificatoarelor magnetice, a redresoarelor statice cu mercur etc;

— necesitatea introducerii energiei atomice în dezvoltarea bazelor electroenergetice ale Franţei, în vederea îmbunătăţirii balanţei de combustibili import-export, în vederea eliberării cărbunilor pentru scopuri tehnologice (fabricarea cocsului metalurgic, de exemplu).

Deşi industria şi energetica franceză prezintă, în anumite domenii, realizări tehnice remarcabile, se observă, totuşi, o serioasă rămînere în urmă în anumite sectoare, multe dintre problemele ridicate la Congres reprezentînd, deocamdată, doar deziderate pentru aplicarea sau extinderea la scară industrială.

Materialul prezentat Congresului poate oferi unele indicaţii preţioase pentru aplicarea şi pentru extinderea în industria şi tehnica ţării noastre a unor procedee tehnice noi.

DOCUMENTARE

Energetica generală

Resursele hidroenergetice ale Argentinei şi utilizarea lor. Obrezkov S. S. „Energohoziaistvo za rubejom", nr. 4 (1957). pag. 42—44.

621.311.2 :621.311.1. (82)

În prezent, producerea de energie electrică în Argentina se bazează, în special, pe centrale termoelectrice, lucrînd pe cărbune importat. După datele din 1954, puterea instalată a centralelor electrice se ridica la 1 885 MW, din care cota centralelor hidroelectrice era numai de 80 MW, iar producţia totală de energie se cifra la puţin peste 6 TWh/an.

În exploatare sau în construcţie, se găsesc 66 de centrale hidroelectrice cu o putere totală de 660 MW. Astăzi, se contează pe circa 20 de baraje construite atît în scopuri energetice, cît şi pentru irigaţie, dintre care şapte sînt mai înalte de 50 m.

După cel de-al doilea război mondial a început inventarierea mai sistematică a resurselor hidroenergetice. Astfel, s-a studiat folosirea apelor rîurilor Parana şi Uruguai, în vederea alimentării cu energie a regiunii La Plata. Ulterior, s-a acordat o deosebită atenţie rîurilor care izvorăsc din Anzii Cordilieri, indicîndu-se posibilitatea construirii a 45 de centrale hidroelectrice, cu o putere de peste 7 000 MW, care ar permite, totodată, o folosire complexă a apelor.

În vederea alimentării Buenos-Airesului s-au studiat schemele de amenajare a rîurilor Mendoza şi Tunuan.

Pe rîul Mendoza, pentru regularizarea debitelor foarte variabile (cuprinse între 11 şi 2 100 m^3/s), se prevede construirea unui baraj înalt de 100 m, care va crea un lac de 600 milioane m^3, pentru două centrale cu o putere totală de 430 MW.

Schema de amenajare a rîului Tunuan prevede construirea a patru bataje (trei între 45 şi 60 m şi unul de 150 m) şi cinci centrale hidroelectrice cu o putere instalată totală de 750 MW şi o producţie de peste 3 TWh/an.

Printre rîurile Patagoniei, un deosebit interes prezintă Rio Negro, ce poate fi regularizat prin construirea unui baraj — în curs de execuţie — la izvoarele rîului Limai, afluentul său principal, care ridică nivelul lacului Nauel-Uapi din care-şi trage izvoarele cu 4 m, creînd o acumulare de 2,3 miliarde m^3, şi a unei centrale de 80 MW, legate de ea. În regiunea lacului Epuen există posibilitatea construirii unei CHE de 1 000 MW şi o producţie de 3 TWh/an.

Alimentarea nordului Argentinei se poate face prin amenajarea rîurilor Dulse, Pilcomai, Bermejo, Rio Salado, care ar permite şi irigarea a peste un milion hectare. Prin construirea unui canal magistral, lung de 1 200 km, în afară de irigaţii, se va crea şi o importantă cale navigabilă, care va asigura şi Boliviei o ieşire la mare.

E 749 *a.c.*

Probleme actuale şi de perspectivă ale economiei energiei electrice în R. F. Germană. Frank K. Elwirtschaft vol. 56 (1957), nr. 17, pag. 586—91.

621.31.001

Preşedintele Asociaţiei întreprinderilor de alimentare cu energie electrică din R.F. Germană a prezentat la adunarea anuală a acestei asociaţii o privire de ansamblu asupra naturii problemelor actuale şi de perspectivă din acest domeniu.

Prezentarea problemelor a fost făcută pe trei grupe principale: greutăţi în finanţarea lucrărilor de reînnoire şi extindere a instalaţiilor, evoluţia cheltuielilor şi a preţurilor şi aspecte juridice din domeniul energiei.

În încheiere se expun problemele legate de intervenţia centralelor atomoelectrice pentru producerea de energie electrică, insistîndu-se asupra faptului că încă şi acum calculul preţului de cost al energiei produse în CAE are încă elemente nesigure, iar investiţia pe kW instalat este probabil de trei ori mai mare decît în centrale termoelectrice obişnuite. Totuşi aceasta nu înseamnă că nu trebuie depus un efort important pentru introducerea acestei noi tehnici, care în R.F. Germană se găseşte încă în primele începuturi.

E 750 *i.s.*

Economia energetică şi electrotehnică, în lumina expoziţiei industriei germane din 1957, Elektrizitätswirtschaft, vol. 56 (1957), nr. 8, pag. 257—273.

621.312 (061)(43)

Articolul conţine o serie de referate care înfăţişează progresul tehnicii şi constituie un fel de introducere la prezentarea produselor expuse de diverse întreprinderi (pag. 274—291).

Turbine hidraulice. Actualmente, se proiectează unităţi de 200 MW. În U.R.S.S. sînt în construcţie turbine Kaplan cu diametrul rotorului de 9,3 m. Limita superioară a turbinelor Kaplan, din punct de vedere al căderii la care sînt utilizate, este de cca. 75 m, iar la turbine Francis — 480 m. Turbinele Pelton se utilizează pînă la 1750 m. Randamentul obţinut întrece 90%, ajungînd pînă la 94%. Se dezvoltă construcţiile bloc sudate, care sînt compacte şi ocupă un spaţiu redus. Paralel, se dezvoltă centralele de pompaj. Actualmente, pompele au atins un randament de 70% şi o putere maximă de 70 MW în Europa.

Necesităţile dotării centralelor mareoelectrice au condus la construcţia aşa-numitelor turbine conductă (Rohnturbinen).

Turbine cu abur. În S.U.A. s-au construit maşini cu puterea de 220 MW într-un singur arbore şi 450 MW (pe doi arbori). În U.R.S.S. se lucrează la turbine de 300 şi 500 MW. În R.F.G. nu s-au depăşit 150 MV, ca maşină cu un singur arbore, sînt, totuşi, proiecte pentru unităţi pînă la 250 MW.

Limita parametrilor actuali este de 350 ata şi 650°C. Turbinele au, de obicei, o singură supraîncălzire intermediară şi, cîteodată, două trepte de încălzire intermediară; în toate

cazurile, sînt prevăzute mai multe trepte de preîncălzire regenerativă a apei.

Focare şi cazane. In R.F.G. este caracteristică pentru situaţia actuală utilizarea cazanelor de debite mari 300t/h şi chiar 450 t/h şi există necesitatea de a se proiecta unităţi şi mai mari. Presiunea este de obicei 200 at sau supracritică, iar temperatura — 600°C şi, într-un caz, chiar 650°C. Cel mai mare cazan are 475 t/h. De cîteva luni, a intrat în funcţiune un cazan Benson de 250 t/h, 340 at, 650°C.

În S.U.A., cel mai mare cazan în funcţiune este de 1 315 t/h cu 313 at şi 565°C; pentru o turbină de 500 MW este prevăzut un cazan de 1 475 t/h, 316 at, 565°C. De curînd a intrat în exploatare un cazan de 760 t/h, 352 at şi 650°C.

Generatoare. Construcţia normală de generatoare este constituită azi de maşini cu răcire cu hidrogen. Cea mai mare unitate construită în R.F.G. este de 150 MW $\cos \varphi = 0{,}8$ $n = 3\,000$ rot/min. Datorită diametrelor şi lungimii rotorului (max. de cca. 6 m), s-a ajuns la dimensiuni limită şi, printr-o îmbunătăţire a coeficientului de utilizare, se mai pot ivi progrese. În S.U.A., prin răcirea directă a conductoarelor cu ulei, s-au atins unităţi de 350 MW la 3600 rot/min. Generatoare hidroelectrice verticale au ajuns la o turaţie maximă de 525 rot/min. De asemenea, s-a dezvoltat pentru prima oară un sistem magnetic de descărcare la eforturi a lagărelor principale ale hidrogeneratoarelor verticale.

Transformatoare. Paralel cu dezvoltarea unor unităţi mari la tensiunea de 380 kV, introducerea din ce în ce mai apropiată a tensiunii înalte de centrele locuite a pus problema combaterii zgomotelor produse de transformatoare. Se arată cercetările efectuate şi rezultatele obţinute.

E 751 *a.r.*

Rezutatele încercărilor a două electrogeneratoare solare experimentale. Baum V. A., Ohotin A. S. „Teploenerghetica", nr. 8 (1957), pag. 68—70.

621.311.25

După ce se face un scurt istoric al încercărilor de producere a energiei electrice pe baza folosirii energiei solare, se descriu şi se dau rezultatele experimentării a două instalaţii electrogeneratoare în U.R.S.S.

Instalaţia electrogeneratoare STG-1 este compusă din 70 de blocuri, fiecare avînd 12 termocuple ZnSb-Constantan. La o diferenţă de temperatură de $\Delta T = 20°C$ ($t_1 = 45°C$ şi $t_2 = 25°C$) s-a obţinut o putere electrică utilă de 0,0195 W şi încălzirea unei cantităţi de apă de 200 l/h, de la 25 la 45°C. Randamentul instalaţiei a ajuns la 50%.

Instalaţia STG-2 se deosebeşte de STG-1, în linii mari, prin faptul că se poate roti în jurul unui ax în aşa fel încît să capteze de la soare 1 330 W, din care, energie utilă — 18,9 W, la 21 V şi 0,9 A. Randamentul instalaţiei a fost de 80%, iar $\Delta T = 400°C$ ($t_1 = 420°C$ şi $t_2 = 20°C$).

E 752 *g.c.*

Pile electrice marine. „Industrie Chimique", 43 (1956), nr. 472, pag. 374.

541.136

Se expun principiile de funcţionare a pilelor hidroelectrice, destinate a valorifica energia potenţială provocată de amestecarea apei dulci cu cea sărată în zonele de la gurile fluviilor.

Dacă se pun în contact două soluţii, dintre care una este NaCl, atunci ionii de clor migrează spre soluţia mai puţin concentrată, încărcînd-o negativ. Cînd se intercalează între soluţii o membrană care permite trecerea ionilor pozitivi (de exemplu polistirena sulfonată), soluţia mai puţin concentrată se va încărca pozitiv. Diferenţa de potenţial între cele două soluţii depinde de mobilitatea ionilor şi atinge 11 mV pentru raportul între concentraţii de 1/10. Pentru învingerea efectelor de polaritate şi pentru obţinerea diferenţelor mari de potenţial, se interpun în soluţie membrane acide (permeabile pentru ioni pozitivi), în serie cu membrane bazice (permeabile pentru ioni negativi). La extremităţile pilei se prevăd doi electrozi de cupru, care se aşază în două compartimente cu SO_4Cu. Prin faptul că producerea curentului atrage după sine o egalizare a concentraţiilor între straturi, se reînnoieşte apa dulce, respectiv sărată, cu cele două feţe ale membranei, cu ajutorul unui dispozitiv de încărcare şi descărcare. O pilă de acest gen a fost construită de Departamentul de cercetări ştiinţifice din Anglia. Pila are 88 de compartimente de 0,7 × 80 mm, separate prin membrane de grosime 0,7 mm. Totul este introdus într-un înveliş de circa 140 mm lungime.

Tensiunea electromotoare obţinută a fost 6,6 V, deci 0,74 mV pe membrană. Pila a lucrat timp de patru luni fără să prezinte semne de deteriorare. Membranele sînt lame comprimate, care conţin răşini schimbătoare de ioni şi pulberi de polistireni. Pe viitor, prin perfecţionări, se va putea obţine pentru fiecare m^3 de astfel de pile o putere de 1,2 kW la 25°C. Pilele descrise mai sus conţin circa 45 kg din fiecare tip de răşină schimbătoare de ioni.

E 753 *a. ca.*

Probemele termoficării în U.R.S.S. Promîşlenaia Energhetica, nr. 6 (1956), pag. 1—3.

697.34 (47)

Termoficarea în U.R.S.S., spre deosebire de alte ţări, s-a dezvoltat paralel cu toate ramurile economiei naţionale, linie care se urmăreşte şi în continuare. Dacă Moscova ocupă primul loc în lume în ce priveşte dezvoltarea termoficării urbane, aceasta nu înseamnă că s-a atins limita cerută în economia naţională. În multe cazuri, construcţia de reţele termice rămîne în urmă faţă de construirea de CET, lucru care face ca CET să nu fie raţional încărcate; alteori, se folosesc coeficienţi orari de termoficare mult prea mari, datorită strangulărilor în echipamentele CET. În unele cazuri, termoficarea industrială nu este studiată în paralel cu termoficarea urbană, ci în mod separat, ceea ce complică găsirea unor soluţii optime pe ansamblu.

Turbinele cu contrapresiune sînt rar folosite pentru CET, şi anume cînd sînt sarcini termice constante în timpul anului.

Este necesară, se subliniază în articol, o colaborare strînsă între energeticienii tuturor ramurilor de producţie, în scopul dezvoltării termoficării în următoarele direcţii:

— mărirea puterii CET, a parametrilor aburului viu la centrală şi a puterii unitare a agregatelor la CET;

— raţionalizarea proceselor tehnologice din diferite industrii, în scopul utilizării mai economice a căldurii;

— reducerea costului reţelelor termice.

E 754 *g. c.*

Sisteme energetice de înaltă tensiune în Japonia, Gherşentgorn A. I., Energohoziaistvo za rubejom, nr. 4 1957, pag. 17—20.

621.311.1 (52)

Centralele electrice ale Japoniei sînt interconectate între ele, formînd sisteme energetice de 300—2 000 MW. Frecvenţa curentului în partea de nord a ţării este de 50 Hz, iar la sud — 60 Hz. Puterea instalată în CHE reprezintă peste 60% din cea instalată în întreaga ţară. Transportul energiei electrice se face la tensiuni de 110, 154 şi 275 kV, la distanţe de 200—300 km.

Programul de dezvoltare a energeticii japoneze prevede pînă în 1961 construirea în CHE a 2 870 MW iar în CTE — 1 190 MW.

Prima reţea electrică la tensiunea de 275 kV a fost pusă în exploatare în anul 1952, pe o distanţă de 230 km. În 1953, s-au construit încă 90 km de reţea la tensiunea de 275 kV.

În articol, se dau caracteristicile mai importante ale reţelei de transport de înaltă tensiune din Japonia, precum şi ale echipamentului de bază de la staţiile de transformare. Sînt indicate tendinţele de dezvoltare a energeticii japoneze în domeniul reţelelor de transport, îndeosebi a interconectării între insulele ţării cu cabluri submarine la tensiuni înalte.

E 755 *g.c.*

Termoenergetică

Pregătirea în vederea lucrărilor de reconstrucţie a izolaţiei termice la centralele electrice. Voronov S. T., Iserov D. Z. Electriceskie Stanţii, nr. 7, (1957), pag. 6—11.

621.311.22

În ultima vreme, în U.R.S.S., a început o campanie de îmbunătăţire a izolaţiei termice la CTE, şi anume: izolarea tuturor suprafeţelor calde neizolate ale agregatelor şi instalaţiilor auxiliare, ale conductelor şi ale armăturilor cu izolaţie

demontabilă. În legătură cu aceasta este necesară o revedere a normelor de proiectare a izolației termice, care să prevadă o reducere a pierderilor de căldură. Orientativ, pînă la aprobarea acestor norme, urmează să se reducă pierderile de căldură cu 15% și să nu se admită o diferență de temperatură între suprafața izolației și mediul înconjurător mai mare de 20°C.

Aceste lucrări de reconstrucție sînt foarte laborioase și necesită în primul rînd o cercetare și înregistrare a tuturor elementelor ce urmează a fi izolate sau revizuite. Reconstrucția izolației termice la CET trebuie să se facă cu materiale și utilaj de bună calitate. În aceste operații, este necesar a fi antrenați toți cei care cunosc bine echipamentul centralei, deoarece lucrările trebuie executate în cel mai scurt timp și cu rezultate maxime.

E 756 *g.c.*

Date de exploatare ale instalațiilor de ardere a cărbunelui pulverizat la cazanele de înaltă presiune ale fabricii de brichetare din Horrem. Dürr R. — Braunkohle, Wärme und Energie, vol. 9 (1957) nr. 9/10, pag. 184—187, 7 fig.

662.87

Două cazane montate recent la fabrica de brichetare din Horrem sînt înzestrate cu cîte 4 mori rapide cu ciocane cu o viteză periferică de 80 m/s. Față de tipul vechi al morilor construite de aceeași firmă cu o viteză periferică de 60 m/s, productivitatea a crescut de la 6 la 13 t/m²/h. S-a constatat o uzură mai mică a brațelor ciocanelor, precum și a blindajelor frontale la morile rapide față de cele lente. Datele medii de exploatare a morilor relative la un interval de un an sînt :

Intervalul între schimbarea ciocanelor	1443	h
Uzura medie a capetelor ciocanelor	12,68	g/t
Consum de energie	7,94	kWh/t

Intervalele cuprinse între două schimbări de ciocane au variat între 450 și 3000 ore din cauza variației mari a conținutului de cenușă a cărbunelui, și anume între 1,5 și 40%. S-a constatat că uzura scade prin mărirea numărului de ciocane.

E 757 *p.t.*

Trecerea la pornire a și exploatarea fără păcură a cazanelor de abur cu arzătoare cu praf de cărbune. Pereț B. K. Electriceskie Stanții nr. 5/1957, pag. 8—9.

621.311.22 : 621.181.004

Construcțiile arzătoarelor cu praf de cărbune ale cazanelor de abur, folosite în mod curent în exploatare la CTE, datorită dimensiunilor mari ale acestora și fiind relativ dificile în exploatare, nu au putut fi adaptate la trecerea la exploatarea fără păcură a cazanelor.

În articol se descrie o nouă schemă, aplicată la o serie de cazane în funcțiune, de pornire și exploatare fără păcură. Se dă și schița constructivă a arzătorului de praf de cărbune. Pornirea cazanului din stare rece se face fie cu rumeguș sau resturi lemnoase direct în arzător, fie cu flacără de acetilenă. În ultimul caz pornirea durează 2—3 min.

Practica exploatării unor instalații a arătat că arzătoarele funcționează bine între limitele perioadei de reparații și permite înlăturarea de la CTE a gospodăriei de păcură.

E 758 *g. c.*

Alegerea parametrilor aburului viu în centrale termoelectrice cu abur, avînd conductele din oțel feritic. Haferkamp, H. BWK, vol. 9 (1957), nr. 8, pag. 369—370, 7 fig.

621.311.22(001)

Față de prețurile foarte ridicate ale oțelurilor austenitice și de dificultățile de prelucrare și sudare legate de utilizarea lor, se pune problema folosirii oțelurilor feritice pentru presiuni și temperaturi cît de înalte. Pornind de la formula de bază a calculării grosimii pereților conductelor, de la variația rezistenței pereților conductelor și de la variația rezistenței oțelului feritic 10 Cr Mo 910 în funcție de temperatură, se stabilește pentru un caz concret la care parametri se obține puterea cea mai mare. Pentru aceasta se stabilește întîi o curbă pe care se așază perechile de valori p, t ale aburului la care este utilizabilă o conductă cu diametrul și grosimea calculate pentru o anumită pereche a valorilor p, t.

Pentru diversele valori de presiune și temperatură se găsește apoi căderea adiabatică, maximul de putere ce se poate obține fiind stabilit ținînd seama și de variația randamentului turbinei și a energiei de pompare. Din calculele efectuate pentru diverse valori inițiale p, t se ajunge la concluzia că pentru oțelul 10 Cr Mo 910 presiunea pentru obținerea puterii maxime este 175 ata. Pentru oțelul 13 Cr Mo 44, această presiune este 200 ata.

E 759 *a. m.*

Centrala termoelectrică din Cherbourg cu generatoare cu pistoane libere. Traducere în Archiv für Energiewirtschaft vol. 11 (1957), nr. 9, pag. 325—337 după Génie civil vol. 76 (1956), nr. 3433, pag. 409—413 și nr. 3434, pag. 435—439, 9 fig., 19 ref. bibl.

621.311,22 : 621.438

În vederea îmbunătățirii factorului de putere în rețeaua Franței, s-a prevăzut instalarea a zece mașini sincrone de cîte 10 MVA. Cinci dintre ele vor putea lucra și la vîrful de sarcină, avînd o putere de cîte 6 MW și fiind antrenate de turbine de gaze. Două din aceste turbine vor fi alimentate de generatoare cu pistoane libere, cu care s-au obținut bune rezultate de exploatare.

Prima instalație a intrat în funcțiune în decembrie 1955, în centrala Equeurdreville, lîngă Cherbourg. Opt generatoare cu pistoane libere produc gazele pentru o turbină care antrenează un generator cu o putere de 6 MW. Reglajul utilizat permite repartiția uniformă a puterii pe generatoarele în funcțiune. Încercări făcute în timpul construcției au arătat că există posibilitatea de a utiliza oscilațiile care apar în conductele de aspirație ale generatoarelor pentru compresoarele de supraalimentare, prin armonizarea corectă a lungimii conductei de aspirație cu a doua armonică a numărului de oscilații ale generatorului cu pistoane libere. A rezultat că puterea totală de 6 MW poate fi preluată de șapte în loc de opt generatoare, astfel că la plină sarcină unul din generatoare poate fi oprit și revizuit.

Datele tehnice ale instalației sînt cuprinse în tabela 1.

Tabela 1

1. *Generator*	
Alezaj cilindru motor/alezaj cilindru compresor	340/900 mm
Cursă maximă/cursă la plină sarcină	550/455 m
Viteză medie a pistonului la plină sarcină	9 m/s
Număr de oscilații	595 min
Presiunea gazului	3—3,2 atü
Temperatura gazului	430—450°C
Putere	1250—1300 CP
2. *Turbina de gaze*	
Putere la arborele turbinei	8000 CP
Turație	3000 rot/min
Trepte	9

Randamentul optim obținut a fost de 34,7%, comparabil cu al celei mai moderne centrale termoelectrice cu abur de 100 MW.

E 760 *a. m.*

Despre eficacitatea relativă a încălzirii în trepte a apei de rețea. Taranov B. P. „Teploenerghetica", nr 9 (1957), pag. 54—58.

697.34 :621.187.14

Încălzirea în trepte a apei de rețea se impune ca o măsură necesară și de mare importanță în scopul măririi eficacității termoficării, care se diminuează pe măsură ce cresc puterea și parametrii aburului la CTE.

Apa de rețea, încălzindu-se în trepte, mărește coeficientul de termoficare, datorită unei utilizări mult mai raționale a prizelor turbinelor, pentru o mare parte de timp a anului.

Scopul articolului este de a demonstra în mod analitic eficacitatea relativă a încălzirii în trepte a apei de rețea. Concluziile sînt următoarele :

1) din punct de vedere constructiv, încălzirea apei de rețea în trepte se realizează relativ ușor, instalația scumpindu-se numai în măsură neînsemnată.

2) trecerea la două trepte de încălzire a apei de rețea este economică atît în CET mari cu grupuri mari, cît și în cele mijlocii și chiar mici;

3) mărirea numărului de trepte de încălzire conduce la scumpirea instalației (prin mărirea suprafeței de încălzire), care depășește efectul termodinamic la instalații mici și mijlocii.

La instalații energetice mari, poate fi economică și încălzirea apei de rețea, în mai multe trepte decît două.

E 761 *g.c.*

Parametrii și zonele posibile de folosire a turbinelor cu gaze cu circuit închis, de tipul cu termoficare. Artiughina I. M. „Teploenerghetica", nr 8 (1957), pag. 28—33.

621.438 :697.34.004

Ridicarea parametrilor aburului viu la CTE și mărirea puterilor unitare a agregatelor pînă la 200—300 MW, în timp ce mărește economicitatea acestora, limitează dezvoltarea termoficării orașelor și industriilor mici și mijlocii, care necesită CET relativ mici, cu puteri unitare ale agregatelor reduse. În aceste condiții, sînt necesare măsuri radicale în ce privește mărirea economicității CET.

Un interes deosebit îl prezintă folosirea turbinelor de gaze cu circuit închis, în scopul termoficării urbane,

Se analizează calitățile termodinamice ale instalației de turbine cu gaze cu circuit închis, gradul regenerativ optim și temperaturile în schimbătoarele de căldură ale turbinei cu gaze. După ce se face analiza energetică a calităților turbinelor cu gaze în ce privește termoficarea, se dau indicații asupra alegerii schemei de alimentare cu căldură și a parametrilor instalației.

Se dau, de asemenea, indici tehnico-economici ai CET cu turbine cu gaze în comparație cu CET cu turbine cu abur la 90 ata, 450°C și 130 ata, 550/520°C, cu puteri ale turbinelor de 25, 50 și 75 MW.

Se ajunge la concluzia că turbinele cu gaze cu circuit închis vor trebui să aibă un caracter de „termoficare urbană" pentru orașe mici și mijlocii, acolo unde nu se pot instala CET cu agregate la parametrii foarte înalți și unde nu este rațională sau nu se permite arderea gazului sau a păcurii la CET. În U.R.S.S., asemenea regiuni pot fi: Uralul, Centrul, Asia Centrală și Nordul.

E 762 *g. c.*

Legea elipsei în construcția turbinelor de abur. Doogs K. și Böhm J. „Energie", anul 8 (1956), nr 12, pag 503—508.

621.165.001

Legea elipsei, care este prezentată, se referă la relația dintre debitul de abur ce trece printr-un ajutaj și presiunea finală a destinderii.

Articolul dezvoltă legile termodinamice de destindere a aburului în turbine și prezintă o metodă nouă pentru calculul parametrilor aburului în diverse trepte din turbină, în diferite condiții de exploatare. Metoda este mult mai precisă decît formulele pătratice prezentate în manualele clasice și, în același timp, mult mai expeditivă decît calculul exact al procesului termodinamic din treaptă în treaptă.

Se prezintă atît o metodă analitică, cît și o nomogramă, care simplifică și mai mult calculul.

Metoda propusă este utilă în diverse cazuri de exploatare, cînd este necesară calcularea funcționării unei turbine cu alți parametri ai aburului, cu alți parametri ai apei de răcire, sau cu unul sau mai multe rînduri de palete lipsă.

E 763 *ad. b.*

Schemă simplificată pentru demineralizarea apei la CTE. Tkacenko V. K. „Teploenerghetica", nr 9 (1957) pag. 51—54.

621.187.12

În ultimii ani, tehnica demineralizării înaintate a apei de adaos la CTE s-a dezvoltat pe linia îmbunătățirii schemei tehnologice și a perfecționării elementelor ei.

Filtrul anionitic formează elementul de bază al schemei de demineralizare înaintată a instalațiilor CTE la parametrii aburului ridicați. Marca folosită curent în U.R.S.S. era anionitul AN-2F. Utilizîndu-se, însă, anionitul EDE-10 P a fost posibilă trecerea la o schemă mai simplă. Astfel, de cîțiva ani se experimentează în exploatare următoarea schemă-filtru: Na-cationic-decarbonizator-filtru anionic, sau după decarbonizator se introduce încă o treaptă Na-cationică.

În articol se dau caracteristicile elementelor principale ale acestei scheme și calitățile apei demineralizate în comparație cu alte scheme de epurare chimică, precum și indicații de exploatare.

E 764 *g.c.*

Turbina de gaze utilizată într-o instalație de oxidare a amoniacului. „The Oil Engine and Gas Turbine", vol. XXV (1957), nr 268, pag. 74—75.

621.438 :661.5

Este prezentată o aplicație a turbinei de gaz pentru o instalație chimică, executată în serie de uzinele B.B.C.

Ciclul turbinei de gaze este format dintr-un compresor axial, care comprimă aerul la 9,5 at și apoi îl preîncălzește la 300°C. Ulterior, aerul este amestecat cu vaporii de amoniac și trecut printr-un reactor cu platină spongioasă drept catalizator. Aici, se formează oxid nitric. Reacția este exotermă și gazul ajunge la 950°C. Reactorul este răcit cu apă. Gazul produs trece printr-un schimbător de căldură, încălzind azotul ce urmează să se destindă în turbină și apoi aerul ce iese din compresor. Apoi gazul trece printr-un cazan recuperator ce produce abur și, în fine, este răcit într-un răcitor cu apă. Produsul este introdus într-o coloană de absorbție, unde se scurge în contracurent cu o ploaie de apă. Apa reacționează cu oxidul nitric dînd acid azotic, iar azotul se degajă, este încălzit în schimbătorul de căldură și apoi se destinde în turbină. Turbina primește azotul la 6,4 at și 475°C. Turbina este cuplată de compresor împreună cu un motor electric, turbina dînd 2/3 din puterea necesară și electromotorul-1/3.

Prin acest procedeu se reduce consumul de energie electrică la tona de acid azotic de la 300 kWh la 126 kWh.

E 765 *ad. b.*

Pornirea rapidă a cazanelor de abur. Magyar Energyagazdasag, nr. 5 (1956), pag. 203.

621.311.22.004.2

Problema pornirii rapide a cazanului este legată în primul rînd de asigurarea unei circulații corespunzătoare și a unei temperaturi limitate la peretele metalic al supraîncălzitorului. Aici, temperatura trebuie să se găsească la nivelul permis în perioada cînd apa condensată din serpentine nu s-a evacuat încă prin purjare sau evacuare. Circulația trebuie să pornească treptat pentru ca, între camerele colectoare inferioare de apă și țevile vecine din peretele lateral, să nu apară diferențe mari de temperatură, care să deformeze conductele și să creeze supratensiuni.

Făcîndu-se încercări pentru pornirea rapidă a cazanelor la o centrală electrică din Republica Populară Ungară, s-a constatat că se pot porni cazanele în 60—90 minute în loc de 4—5 ore, fără să fie solicitate prea mult piesele din cauza dilatațiilor bruște.

Măsurătorile făcute, circa 60 la număr, au arătat că deformațiile din cazan, la o pornire a focarului folosind o mare cantitate de combustibil, nu sînt importante. Dacă în acest caz se deschid registrele de aer ale arzătoarelor superioare și se folosesc numai două arzătoare la încălzire în această etapă se constată că temperatura gazelor de ardere la ecranul din fața supraîncălzitorului a fost de 594°C.

Prin păstrarea presiunii aerului la ventilator destul de ridicată și printr-o viteză ridicată a gazelor de ardere s-a ajuns la o repartiție mai uniformă a acestei temperaturi.

Prin metoda descrisă mai sus, un cazan oprit timp de 50 ore a putut fi pornit în 60 minute, iar alt cazan, oprit timp mai îndelungat, deci răcit la temperatura mediului ambiant, a putut fi pornit în 90 minute.

Din măsurătorile făcute de către inginerii maghiari asupra celor două cazane pornite în 60 și 90 minute, în interiorul cazanelor cu ajutorul unor termocuple fier-constantan cu conductor izolat în azbest, a reieșit că în momentul legării cazanului la conducta de abur, viteza de creștere a temperaturii la metalul supraîncălzitorului este de 78...80°C pe oră, iar temperatura la metalul supraîncălzitorului era de maximum 430°C în sectorul de joasă temperatură și de 455°C în cel de înaltă temperatură.

E 766 *a. ca.*

Electroenergetică

Grupuri electrogene pentru alimentarea neîntreruptă cu energie electrică. Weichert J. E., vol. 9 (1957), nr. 4, pag. 104—106.

621.311.153.2

Articolul descrie soluţii realizate în R.F.G. pentru grupuri de intervenţie, destinate a asigura alimentarea în continuare cu energie electrică a unor receptoare cu o deosebită susceptibilitate la întreruperi, datorite unor avarii în reţeaua normală de alimentare. Se disting:

Agregate de intervenţie imediată: în regim normal, receptoarele speciale nu sînt alimentate direct din reţea, ci printr-un generator sincron antrenat împreună cu un volant de un motor asincron alimentat din reţea. În caz de avarie, motorul asincron este deconectat şi antrenarea generatorului este preluată în primul moment de volant. O dată cu decuplarea motorului, se închide un cuplaj inductiv între volant şi un motor Diesel, care este lansat într-un timp foarte scurt la turaţia de regim şi preia în continuare antrenarea generatorului. Astfel de agregate se construiesc, în prezent, pentru puteri pînă la 60 kW.

Agregate cu dublu motor: al doilea motor Diesel înlocuieşte motorul electric asincron din agregatul de intervenţie imediată şi este acuplat şi el printr-un cuplaj inductiv, astfel încît sarcina poate fi trecută de pe un motor pe celălalt prin telecomandă. Astfel de agregate sînt folosite în staţii nedeservite, fără alimentare din reţea şi permit revizia periodică a motoarelor Diesel, fără întreruperea alimentării.

Agregate de intervenţie la parametrii constanţi sînt destinate pentru receptoare exigente, care nu admit decît variaţii reduse ale frecvenţei şi tensiunii la variaţii de sarcină sau la preluarea ei de către sursa de avarie. La aceste agregate, generatorul agregatului de intervenţie imediată este înlocuit cu un grup Leonard cu reglaj la parametrii constanţi. Cu regulatoare electronice, variaţiile de frecvenţă pot fi limitate la cel mult 0,5%, iar cu regulatoare magnetice variaţiile sînt de circa ± 1%. La aceste variaţii reduse de frecvenţă, cu generatoare cu autoreglaj de tensiune, se poate obţine ca şi tensiunea să varieze în limite tot atît de strînse.

Agregate de intervenţie rapide cuprind un generator sincron cu volant, antrenat prin motor asincron şi angrenaj. În regim normal de funcţionare, receptoarele sînt alimentate de reţea, iar generatorul merge în gol cu o turaţie suprasincronă. La avarie în reţea, motorul asincron este deconectat, receptoarele se comută automat pe circuitul generatorului, care este antrenat iniţial de volant, iar apoi de motorul Diesel lansat prin închiderea unui cuplaj inductiv. În modul acesta, întreruperea în alimentare se reduce la fracţiune de secundă.

E 767 *a. bu.*

Comportarea condensatoarelor statice la variaţii mari de temperatură. Liebscher F. „Elektrizitätswirtschaft", an 56 (1957) nr 8, pag. 245—250.

621.319.4 :621.316.727

Bateriile de condensatoare statice pentru compensarea puterii reactive trebuie să suporte şi temperaturile foarte ridicate şi cele foarte scăzute. Diferenţa între temperaturile extreme la care ele trebuie să funcţioneze atinge uneori 100°C (între −25°C şi +75°C, cu încălzire proprie).

Ca dielectric la condensatoare de putere mare se folosesc, în ultimul timp, hîrtia de sodiu şi clofenul. Ambele materii izolante au constanta dielectrică $\varepsilon = 5-6$.

Clofenul este un lichid obţinut sintetic din benzol, prin combinarea clorului cu molecula de difenil. Proprietatea lui principală este: constanta dielectrică egală cu a hîrtiei, ceea ce face ca între plăcile de aluminiu, cîmpul electric să fie omogen; clofenul este foarte stabil, nu se oxidează şi nu arde, se solidifică abia la −35°C.

La temperaturi foarte scăzute, dielectricul devine rigid şi apar maxime de pierderi.

La temperaturi peste 80°C, creşte conductibilitatea electrică în lichid şi în hîrtie. La o temperatură prea ridicată, condensatorul, nemaiputînd evacua căldura, îşi pierde stabilitatea termică şi se produce „străpungerea termică". La unităţile mai mici, problema nu apare, deoarece suprafaţa de cedare a căldurii este mai mare în raport cu volumele şi cu puterea. De aceea, la unităţi mari, se recomandă construcţia plată în locul celei cubice.

Se indică diagrama $\operatorname{tg}\delta = f(T)$ şi $\varepsilon = f(T)$ pentru condensatoarele cu clofen.

E 768 *an. b.*

Controlul suprasarcinii liniilor de transport cu ajutorul imaginii termice. Cuénod M. şi Renchon R. „Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens", 48, (1957), nr 12, pag. 564—579.

621.316.923.9

Din ansamblul instalaţiilor de înaltă tensiune, liniile de transport constituie partea cea mai costisitoare. De aceea, ele trebuie să fie exploatate la capacitatea lor maximă. Limitele de încărcare a liniilor de transport sînt stabilite în funcţie de curentul de durată, care ar produce încălzirea periculoasă a conductoarelor.

Dar regimul de suprasarcină pe linii nu este de durată, mai ales la liniile de interconexiune, unde sînt continue fluctuaţii ale puterii şi sînt situaţii cînd este necesar a supraîncărca masiv linia, pe timp scurt.

În afară de aceasta, temperatura liniei nu depinde numai de curent, ci şi de temperatura mediului şi de vînt. În plus, capacitatea termică a conductorului amortizează variaţiile curentului transportat.

Sistemul de protecţie cu relee maximale ale liniei, reglate după o valoare de curent, nu ţine seama de toţi aceşti factori care determină temperatura conductoarelor.

Autorii demonstrează cele de mai sus prin studiul influenţei variaţiilor de sarcină asupra capacităţii de supraîncărcare a liniei şi a capacităţii de transport în funcţie de temperatura exterioară şi vînt.

O protecţie care să ţină seama în mod fidel de diferiţii factori externi şi interni este „imaginea termică a liniei".

Se dă o descriere succintă a aparatului: un tub de 40—50 cm, din acelaşi material cu conductorul, este fixat pe un portal al staţiei exterioare, paralel cu linia, la unul sau la ambele capete ale liniei protejate. Tubul are mai multe termocontacte, reglate la diferite temperaturi, de exemplu, la 50, 60 şi 70°C. Ele se pot lega la semnalizări avertizoare sau la comenzi de reglaj de sarcină.

Imaginea termică, experimentată în perioada mai-octombrie 1956 pe o linie de 150 kV din Belgia s-a dovedit a fi o protecţie eficace, care a permis să se utilizeze la maximum capacitatea de supraîncărcare a liniei.

E 769 *an.b.*

Lucrări de întreţinere pe linii de transport, executate sub tensiune. Silber F. „Bulletin de l'Association Suisse des Electriciens", vol. 48, (1957) nr 13, pag. 604—606. (După Zetterholm O. D. şi Bergmann L. G., Hot line Maintenance Work, în Swedisch State Power Board, Blue White Series (1957) nr. 17.

621.315.177 :621.315.1.004

Autorul relatează metodele noi folosite în reţelele de înaltă tensiune din Suedia, pentru întreţinerea şi repararea liniilor, fără a le scoate de sub tensiune.

Dispozitivele şi instrumentele utilizate sînt izolate pentru tensiuni pînă la 400 kV.

Monteurii de linie lucrează cu căşti din materii plastice, întărite cu fibre de sticlă. Centurile de siguranţă au cordoane din nylon, cu rezistenţa la rupere de 1 000 kg/cm². Instrumentele propriu-zise sînt prinse de ţevi din materii plastice, tot cu armătură de sticlă. Cu ele se poate încerca izolaţia unui element de izolator pe lanţ.

Interesantă este curăţirea liniilor de chiciură.

Se aruncă cu arcul şi săgeata un fir de nylon pe deasupra conductorului. Cu ajutorul acestuia, se trage apoi un cablu din termoplast. Conductorul se pune în stare de vibraţie cu ajutorul acestui cablu, sau cablul este tras în lungul conductorului, pentru a reteza depunerile de chiciură.

Alte dispozitive utilizate permit montarea sub tensiune a avertizoarelor de vibraţii pe conductoare, schimbarea izolatoarelor, suport şi din lanţ.

S-a realizat la 400 kV schimbarea sub tensiune a unui lanţ întreg.

Ultimele rapoarte vorbesc despre schimbarea unor suporţi de lemn şi despre introducerea de stîlpi suplimentari sub linie, cînd sarcinile adiţionale devin prea mari.
E 770 *an. b.*

Problema automatizării în exploatarea reţelelor. Baranowsky R. „Energietechnik", 7 (1957), nr. 3, pag. 118—122.

621.398 :621.316.1/2

Articolul prezintă programul de automatizare a sistemelor energetice din R.D.G., în curs de executare, şi sarcinile pentru următorul cincinal.

Autorul începe cu remarca că automatizarea în reţele are drept scop mai mult reducerea numărului de întreruperi decît reducerea personalului din staţii.

Între primele sarcini ale automatizării se citează : introducerea RAR trifazic sau monofazic pe toate liniile de 220, 110 şi 30 kV (se studiază întreruptoare cu RAR pentru 20 şi 10 kV), reglajul automat al bobinelor de stingere cu comandă electronică, reglajul automat al frecvenţei şi schimbului de putere, descărcarea automată după frecvenţă, dispozitivele de măsură a vitezei variaţiei frecvenţei (dF/dt), limitatoarele automate de sarcină pentru micii consumatori. De asemenea, se introduc reglajul automat al puterii reactive prin baterii de condensatoare, reglajul automat al tensiunii şi sincronizarea automată.

Se vor pune la dispoziţia punctelor de dispecer dispozitive electronice pentru localizarea din staţii a defectelor de pe linii, posturi de emisie-recepţie pe unde scurte pentru comunicaţia cu echipele de intervenţie, osciloperturbografe şi un model de reţea.

În domeniul telecomunicaţiilor se va trece la unificarea tipurilor de centrale, folosirea pentru telemăsură a dispozitivelor automate cu text imprimat pe bandă de magnetofon (raport automat), telemăsură prin metoda frecvenţei impulsului, dispozitive de telegrafie a valorii măsurate prin cod.
E 771 *an. b.*

Posibilităţile de utilizare a modelului de reţea de curent continuu. Baum W. şi Scherl R. Elektrizitätswirtschaft, 56 (1957), nr. 8, pag. 240—245.

621.316.1 :001.57

Se indică modul de utilizare a modelului de reţea cu curent continuu în studiul reţelelor.

La reţelele orăşeneşti de joasă tensiune, la calculul circulaţiei de puteri optime şi al scurtcircuitelor pentru alegerea siguranţelor se aplică modelul de curent continuu.

Se discută mărimea erorii introduse prin schema cu rezistenţe, găsind că la secţiuni de cablu mai mari se cer calcule prin impedanţe. Adunarea algebrică a impedanţelor este admisibilă.

La joasă tensiune, se mai poate găsi pe model tensiunea conductorului de nul.

Pentru studiul reţelelor de înaltă tensiune se recomandă schema cu impedanţe şi se indică montajul pentru calculul scurtcircuitelor mono, bi şi trifazate.

Autorii expun o metodă de rezolvare a regimurilor de tensiune în sisteme prin suprapunerea a două valori — căderea de tensiune longitudinală şi cea transversală, obţinute prin două măsurători separate.

La prima serie de măsurători se alege ca tensiune de referinţă tensiunea unui nod şi se presupun în primă aproximaţie toate tensiunile nodurilor ca egale. Ulterior, se corectează unghiurile tensiunilor şi, cunoscînd raportul P/Q pentru fiecare linie, se face a doua măsurătoare, din care rezultă distribuţia curenţilor suficient de exact.

Se dă un exemplu de calcul complet.
E 772 *an. b.*

Echipamentul dispecerului central şi al punctelor de comandă raională din întreprinderile de electricitate. Henning W. Elektrizitätswirtschaft, 55 (1956), nr. 17, pag. 609—614.

621.398.621.311.2

După ce delimitează atribuţiile dispecerilor centrali şi ale celor de la punctele de comandă raională, autorul tratează construcţia camerelor de comandă adecvate atribuţiilor fiecăruia, echipamentul de telemăsură şi telecomandă necesar şi mijloacele de transmisie potrivite.

În telecomanda raională, la distanţe mici, se pot utiliza două canale libere în cabluri de semnalizare sau de comandă. Numai în situaţii grele, se va folosi la punctele raionale utilizarea multiplă a canalelor.

La punctele de dispecer, însă, se aplică din ce în ce mai mult utilizarea multiplă a canalelor de telecomandă. În general, între dispecer şi staţiile comandate se pot folosi instalaţii de frecvenţă muzicală pentru telesemnale. Ele permit transmisie simultană pînă la 24 valori independente. În anumite cazuri, se foloseşte legătura pe înaltă frecvenţă pe liniile de transport, pentru impulsul de telecomandă, fie că peste banda de vorbire, pe aceeaşi pereche de unde, se modulează încă o serie de frecvenţe suprapuse, fie că pe o bandă separată de frecvenţe se aplică aparate de bandă multiplă, care permit a produce într-un interval de 2,5 kHz pînă la 28 legături independente.

Pe porţiunile de mare intensitate, de exemplu în apropierea punctului de dispecer, se pot face punţi de transmisie radiofonice.

Se descrie aparatajul de producere şi de recepţie a impulsurilor.

La punctele de comandă raionale, telemăsura şi însumarea se fac prin transformarea valorii prin traductor într-un curent continuu echivalent. Se mai folosesc, pentru valori de curent sau de tensiune, transformatoare reductoare la o tensiune acceptabilă cablului de semnalizări (20 V), tensiune care apoi este redresată pentru aparatul indicator.

Se descriu arhitectura camerelor de dispecer şi de comandă raională şi dispoziţia semnalizărilor şi aparatelor de măsură. Punctele de comandă raionale se plasează deseori în camerele de comandă ale unor staţii mai importante; ele au panouri de control şi comandă proprii, telereglaj de ploturi la transformatoare şi sincronizare a părţilor din reţele.

Se dă o schemă de telemăsuri şi telecomenzi a unei mari reţele interconectate.
E 773 *an. b.*

Studiul coordonării izolaţiei transformatoarelor şi a descărcătoarelor catodice moderne. Adolphson E. I. şi Vogl F. I., Trans. A.I.E.E., vol. 76 (1956), Power App a. Syst. pag. 1 108—1 111, 4 fig., 1 tab., 3 ref bibl.

621.315 :621.314.222 :621.385

Autorii examinează posibilitatea de a proteja transformatoarele pentru tensiunea de 230 kV şi 138 kV, cînd clasa de izolare a transformatoarelor este redusă, respectiv la 161 kV şi 92 kV. În acest scop, se montează descărcătoare catodice moderne cu tensiunea de 182 kV, pentru treapta 230 kV şi 121 kV pentru treapta de 138 kV.

Încercările de impuls făcute au arătat că descărcătorul poate satisface condiţiile de protejare impuse, chiar dacă este montat la o distanţă de 60 m de transformator.

Încercările la supratensiuni de comutaţie au dat, de asemenea, rezultate satisfăcătoare.
E 774 *a. r.*

Hidroenergetică

Centrala hidroelectrică Cariba pe fluviul Zambezi în Africa Centrală Schnitter E., Schweizerische Bauzeitung (1957) nr. 12, pag. 179—181.

621.311.21

Pe fluviul Zambezi, în cheile Cariba (Rhodezia), în aval de Cascada Victoria, se va amenaja una dintre cele mai mari centrale hidroelectrice din lume. Ea va avea următoarele caracteristici principale :

— putere instalată 1200 MW
— producţie de energie într-un an normal 8145 GWh
— barajul : înălţime maximă 124 m.
lungime la coronament 585 m.
volum de beton 1 070 000 m³
— lacul de acumulare :
cota retenţiei normale 485 mdM
cota retenţiei maxime 489,6 mdM
cota retenţiei minime 475,9 mdM
suprafaţa inundată la cota retenţiei normale 525 000 ha
volum brut 185 miliarde m³
volum util 46 miliarde m³
volum contra puhoaielor 23 miliarde m³

— căderea utilă a amenajării 91 m

— debit mediu al fluviului Zambezi în punctul de captare 1360 m³/s.

Centrala va avea şase prize de apă, amenajate în trei etaje de cîte două. În felul acesta din primăvara anului 1960, în timpul construcţiei barajului, se va putea produce energie la o cădere de 45 m. Prizele de apă sînt legate prin galerii de aducţiune scurte de cele şase galerii forţate verticale de 6,1 m diametru. Centrala subterană va dispune de două corpuri, amenajate fiecare pe un mal şi dispunînd de cîte şase unităţi de 100 000 kW. Este de remarcat că lungimea sectorului amenajat, socotită de la priză pînă la portalul galeriei de fugă, este numai de 220 m.

Construcţia se va face în trei etape :

— În prima etapă, pe malul drept se amenajează o galerie de deviere de 11,4 m diametru şi un batardou semicircular din beton, avînd raza de 91 m, pe partea stîngă a albiei. În incinta batardoului se amenajează partea inferioară a barajului, în care se lasă patru orificii de deviere a apei. Apoi, batardoul urmează a fi distrus.

— În continuare, se amenajează un dig de anrocamente în aval de amplasamentul barajului, devierea apei făcîndu-se prin galeria de pe malul drept şi orificiile prevăzute în baraj, în cadrul primei etape. În amonte se amenajează batardourile necesare pentru execuţia părţii din dreapta a barajului, acesta fiind adus la nivelul blocului din stînga. După aceea, în perioada de etiaj, căile de deviere a apei se închid definitiv.

— În etapa finală se continuă execuţia barajului într-un ritm suficient de rapid, pentru ca cea mai joasă platformă de lucru să fie situată mereu deasupra cotei apei ce se acumulează în lac.

E 775 *i. f.*

Baraje în construcţie în Elveţia, în anul 1956. G. A. Tondury. Wasser- und Energiewirtschaft 48 (1956), nr. 7—9, pag. 167—169, 1 tabelă.

621.311.21

În anul 1956, zece baraje mari erau în curs de construcţie în Elveţia. Din cele 10 baraje, şase sînt din beton, avînd înălţimea de peste 100 m, iar celelalte patru — din anrocamente sau pămînt. Toate sînt situate la altitudini de peste 1500 mdM şi vor servi pentru realizarea unor lacuri de acumulare, care vor totaliza cca. 1 miliard m³ (faţă de 1,2 miliarde m³ disponibili în lacurile de acumulare existente în 1956). Capacitatea energetică a acestor lacuri va fi de 3000 GWh, (faţă de 2200 GWh în 1956). Pentru construcţia barajelor vor fi necesare cca. 10,5 milioane m³ de beton şi cca. 8,5 milioane m³ de pămînt şi anrocamente. Barajul Grand Dixence, cu o înălţime de 284 m, va fi cel mai înalt baraj de greutate din Europa, barajul Mauvoisin, avînd o înălţime de 237 m, — cel mai înalt baraj în arc din Europa, şi barajul Göscheralp, de 124 m, — cel mai înalt baraj de anrocamente din Europa.

În tabela de mai jos se dau principalele caracteristici ale acestor baraje.

E 776 *i. f.*

Amenajarea hidroelectrică a rîului Los Cipreses din Chili. Le Génie Civil, An 77 (1957), vol. 134, nr. 10, pag. 233—234.

621.311.21

Uzina Los Cipreses utilizează apele rîului cu acelaşi nume, captate din lacul Invernada, cu cota de retenţie 1 300 mdM, precum şi ale torentului El Ciego. Căderea totală a uzinei este de 356 m, iar debitul instalat este de 36 m³/s.

Lacul actual are un volum de 60 hm³; în viitor, este prevăzută mărirea lui printr-un baraj de pămînt pînă la 152 hm³.

Galeria de aducţiune are o lungime de 9 km, un diametru de 3,60 m şi o pantă de 3,8%. Grosimea cămăşuelii în rocă bună este 30 cm. În rocă slabă, diametrul s-a micşorat la 3,30 m şi galeria s-a căptuşit cu tole de 12,7 mm grosime.

Castelul de tip diferenţial are 93 m înălţime. Diametrul puţului central este 3,60 m, al camerei inferioare — 8,65, m iar cel al camerei superioare — 12,45 m.

În aval de castel, galeria mai continuă 94 m, ramificîndu-se apoi în trei conducte forţate, de 560 m lungime, cu un diametru scăzînd de la 1,90 la 1,70 m.

Centrala este echipată cu trei generatoare de 34 MW, antrenate de cîte două turbine Pelton, cu cîte două injectoare.

În viitor, în aval este prevăzută executarea unei alte uzine, cu o cădere amenajată de 96 m şi o putere instalată de 30 MW.

E 777 *a. f.*

Amenajarea Alto-Chiese. „Water Power", an 9, (1957), nr 8, pag. 283—291, nr. 9, pag. 324—334.

621.311.21

Amenajarea integrală a cursului superior al rîului Chiese (Italia) cuprinde trei CHE, cu o putere totală instalată de 342 MW, avînd o producţie anuală de 624 GWh, din care 290 GWh energie de iarnă.

Denumirea lacului de acumulare	Cota de retenţie, mdM	Suprafaţa lacului, ha	Varianta nivelului în lac, m	Volum util, hm³	Capacitatea energetică, GWh	Baraj: Tip	Baraj: Înălţime, m	Baraj: Lungime, m	Baraj: Volum, 10³m³	Perioade de construcţie
A. Baraje de beton										
Grande Dixence	2364	400	194	400 *)	1500 *)	Gr.	284	700	5890	1951—65
Mauvoisin	1961	208	161	180	585	Arc	237	520	2000	1951—59
Zenzier	1777	85	107	50	140	,,	160	256	330	1954—57
Zervreila	1862	161	127	100	244	,,	151	488	650	1953—57
Moiry	2246	129	96	72	262	,,	145	610	810	1954—59
Albigna	2156	100	90	60	181	Gr.	110	755	800	1955—61
		1083		862	2912				10 480	
B. Baraje de pămînt sau anrocamente										
Göscheralp	1792	132	92	75	185	Anr.	134	540	8040	1955—61
Tannensee **)	1975	33	19	3,8	9	Păm.	23	650	355	1955—58
Lac d'Arnon ***)	1543	45	35	11,7	23	Păm.	17	137	40	1955—56
Melchsee **)	1893	53	13	3,7	9	Păm.	8	290	50	1955—56
		263		94,2	226				8485	
		1346		956,2	3138					

*) Inclusiv volumul util de 50 hm³ şi capacitatea energetică de 179 GWh a lacului existent, amenajat în 1929—1935.

**) Lac natural.

***) Lac natural folosit pînă în prezent, în curs de mărire.

În partea din amonte s-a amenajat lacul Malga Bissina de 60 mil. m³. Apele rîului sînt utilizate de cele două turbine Pelton, de 47,4 MW, ale uzinei Boazzo, sub o cădere de 560,35 m. Apele sînt restituite în lacul Malga Boazzo de 11,8mil. m³, care alimentează cele două turbine de 110 MW ale uzinei Cimego sub o cădere de 735,77 m. Uzina Cimego mai este echipată cu o turbină 9,2 MW, lucrînd sub o cădere de 235,5 m, alimentată de captări secundare. În sfîrşit, canalul de fugă lucrează ca bazin de regularizare pentru uzina din aval, uzina Storo, de 18,2 MW, cu o cădere de 94,9 m.

Barajul Malga Bissina este un baraj de greutate evidat de 85 m ; lungimea la coronament este de 561 m, iar volumul de beton este 430 000 m³. Barajul Malga Boazzo este şi el de tipul evidat ; înălţimea sa este de 57 m, iar lungimea la coronament — de 442 m. Barajul Murandin pe captarea secundară este un baraj de greutate, curbat în plan cu o lărgime la coronament de 76 m şi o înălţime de 32,5 m.

E 778 *a. f.*

Hidroenergetica şi irigaţiile în India. Datele primului şi celui de-al doilea cincinal (1951—1960). Engineering News of India, octombrie (1956), nr. 7, pag. 397 — 401, după „Ghidrotehniceskoe stroitelstvo nr. 5 (1957), pag. 60.

627.8 : 626.8.003 (54)

În anul 1951 suprafaţa irigată a Indiei era de 208 000 km², trebuind să atingă în 1960 suprafaţa de 335 000 km². În cursul primului cincinal suprafaţa irigată a crescut cu 25 500 km² datorită realizării de lucrări mari şi cu 40 400 km², în urma unor lucrări mici şi mijlocii.

Producţia de energie electrică a crescut de la 6,575 TWh în 1950—1951, pînă la 11 TWh în 1955—1956. Puterea centralelor electrice a crescut la 6 900 MW. În cel de-al doilea cincinal se prevede o creştere a puterii centralelor cu încă 3 500 MW, din care 2 100 instalaţi în centrale hidroelectrice. La sfîrşitul anului 1956 erau utilizate 10% din resursele energetice ale cursurilor de apă din India.

În cursul celui de-al doilea cincinal se vor construi 44 centrale electrice din care 19 termo şi 25 hidroelectrice. Cele mai importante centrale şi amenajări hidroelectrice care vor da posibilitate folosirii complexe a apelor sînt :

— Hidrocentrul Bhakra-Nangal, cu două baraje şi patru CHE, cu o putere totală de 954 MW.

— Hidrocentrul Tungabhadra, care va fi alcătuit dintr-un baraj şi două CHE, cu puterea de 63 MW.

— Amenajarea Hirakud, cu puterea de 123 MW.

— Hidrocentrul Cembel care va fi format din 3 baraje şi 3 CHE, cu puterea de 21 MW. Amenajarea Koine, care va fi alcătuită dintr-un baraj de 63,2 m şi o centrală subterană de 4 × 60 = 240 MW. Amenajarea Raihend, care va dispune de un baraj de greutate de beton şi o centrală de 5 × 50 = = 250 MW ş.a.

Pînă la sfîrşitul celui de-al doilea cincinal lungimea liniilor electrice de înaltă tensiune se va dubla prin construirea a 56 200 km de noi linii.

E 779 *a c.*

Dezvoltarea hidroenergeticii în Norvegia. Water Power, nr. 12 (1956), pag. 446.

621.311.1 :627.8(481)

În prezent în Norvegia sînt în construcţie cca. 70 CHE. Creşterea puterii instalate a CHE a fost în 1956 de 330 MW, prevăzîndu-se următoarele valori pentru anii următori : în 1957—340 MW, în 1958—360 MW şi în 1959—380 MW. În total, se consideră că actuala putere instalată în CHE de 4 milioane kW se va mări pînă în 1960 cu încă 1 400 MW.

Dintre CHE în construcţie, cea mai importantă este CHE Tokke care va dispune în prima etapă de o putere de 4 × 100 MW.

Energia hidroelectrică apare dominantă, aproape unică în balanţa energetică a Norvegiei. Producţia de energie a crescut de la 10 TWh în 1939 la 22 TWh în 1955. Investiţiile în construcţiile hidroenergetice reprezintă aproape o treime din totalul investiţiilor ce se fac în ţară. Costul foarte avantajos al energiei hidroelectrice a dus la dezvoltarea anumitor ramuri industriale, ca : electrometalurgia, industria chimică etc.

E 780 *a.c.*

Energetica nucleară

Rezultate de exploatare satisfăcătoare la Calder Hall. Die Atomwirschaft, vol. 2 (1957), nr. 3, pag. 101.

621.039 :621.311.25

În februarie a.c. sir Christopher Hinton a caracterizat rezultatele de exploatare de pînă acum ale primului reactor de la Calder Hall ca fiind întrutotul satisfăcătoare în raport cu dificultăţile iniţiale ce apar de obicei la punerea în funcţiune a unei centrale clasice de aceeaşi mărime.

Comportarea barelor cu combustibil nuclear a fost mai bună decît s-a aşteptat. Numai două dintre ele s-au defectat în cursul primelor opt luni de funcţionare.

Pierderile gazului de răcire (bioxid de carbon) se reduc mai departe cu metode normale. Ele apar în zonele cu ventile. Nu au importanţă economică, gazul fiind relativ ieftin, şi nu prezintă un pericol de radioactivitate, decît dacă ar conţine argon, care este mai uşor activat, dar a cărui cotă este menţinută cu grijă sub $1^{o}/_{oo}$.

E 781 *i.s.*

Obţinerea controlată de energie din fuziune nucleară. Weiss, G. Atomwirtschaft, vol. 2 (1957) nr. 9, pag. 276—79, 4 fig.

Posibilitatea teoretică a obţinerii de energie din fuziune nucleară este cunoscută din cercetări astrofizice de peste 30 de ani. Totuşi, în ultimele decenii atenţia generală s-a concentrat asupra obţinerii energiei din fisiunea nucleară. Stadiul cercetărilor şi realizărilor în această direcţie a conturat suficient condiţiile, limitele şi dezavantajele proceselor de fisiune.

În ultimul timp s-au intensificat cercetările în legătură cu fuziunea nucleară, deoarece obţinerea de energie pe această cale ar avea o serie de avantaje deosebit de importante şi anume : rezerve de materii prime inepuizabile (în măsura în care nu s-ar cere decît deuteriu), lipsa de resturi radioactive cît şi perspectiva unei obţineri directe a energiei electrice, fără a trece prin forma intermediară a energiei termice.

Articolul analizează problemele fizice de bază ale proceselor posibile, fără a da indicaţii tehnico-economice, care la stadiul actual al cercetărilor nu sînt posibile.

E 782 *i. s.*

Uraniu natural sau îmbogăţit pentru reactoare energetice ? Lewis, W. B., Atomwirtschaft, vol. 2 (1957), nr. 9, pag. 285—88, 1 fig., 2 tabele.

Alegerea între avantajele şi dezavantajele folosirii de uraniu natural sau îmbogăţit pentru reactoare energetice constituie una din problemele cele mai actuale în domeniul noilor centrale atomoelectrice. Soluţionarea ei nu este deloc simplă, întrucît în afara costului mai intervin o serie de alţi factori.

În articol se compară aspectul principalelor costuri — investiţia în instalaţii, în încărcătura de combustibil nuclear şi cheltuielile de combustibil şi exploatare — atît principial cît şi pentru 4 tipuri de reactoare cu putere electrică între 134 şi 200 MW. Din punctul de vedere al costului energiei electrice, reactorul cu apă grea de 200 MW lucrînd cu uraniu natural rezultă cel mai avantajos, la un preţ de 7,67 miimi de dolar pe kWh faţă 10—11 miimi de dolari la celelalte reactoare.

E 783 *i. s.*

Reactoare cu neutroni rapizi pentru producere de energie electrică. Wiesenak G., BWK, vol. 9 (1957), pag. 342—345, 4 fig., 3 tabele.

621.039 :621.311.25

Nota, care este de fapt un extras din cele două articole indicate în bibliografie, prezintă activitatea din Anglia şi S.U.A. în legătură cu studiul, cercetarea şi realizarea de reactoare cu neutroni rapizi.

Se descriu pe larg reactorul experimental de 15 MW, ce urmează să intre în funcţiune în 1958, la Dounreay în Scoţia, şi reactorul Enrico Fermi, pentru o centrală atomoelectrică din S.U.A., cu o putere electrică de 100 MW, cu termen în 1964.

E 784 *i. s.*

Reactoare rapide reproducătoare energetice. Problemele şi perspectivele lor. Nucleonics, vol. 15 (1957) nr. 4 pag. 62—64, 2 fig.

621.039

Fiind singurul tip de reactoare care să producă plutoniu din U_{238} (care nu e fisionabil), reactoarele rapide vor avea un rol principal în instalaţiile energetice viitoare. Dezvoltarea lor va depinde însă în primul rînd de preţul de cost al energiei produse. Utilizarea reactoarelor rapide în centralele mari prezintă însă următoarele 4 dificultăţi fundamentale:

1. *Densitatea mare de energie.* Din cauza dimensiunilor reduse ale zonei active, concentraţia de căldură este mai mare şi mai neuniformă ca la reactoarele termice. Trebuie folosite pentru răcire metale lichide, iar elementele combustibile şi canalele de răcire trebuie să fie înguste şi numeroase. Se cere o proiectare foarte îngrijită a părţilor componente. Construcţia este însă mai costisitoare decît a reactoarelor termice.

2. *Tehnologia sodiului.* Lichidul folosit ca agent de răcire trebuie să satisfacă următoarele cerinţe: să nu modereze şi să nu absoarbă neutronii, să aibă proprietăţi bune termice, să aibă un punct de topire coborît, dar un punct de fierbere ridicat şi să nu atace materialul recipienţilor şi al ţevilor. Îmbinările şi sudurile trebuie să prezinte mult mai mare siguranţă ca la instalaţiile cu abur. Agentul cel mai indicat în aceste condiţii este sodiul. Pentru a evita coroziuni, nu trebuie să apară în ciclu oxizi de sodiu. Controlul continuu al prezenţei acestui oxid este însă complicat.

3. *Costuri ridicate ale combustibilului nuclear.* Masa critică a materialului fisionabil este cam de 2 ori mai mare ca la reactoarele termice corespunzătoare, ceea ce impune o concentrare mai mare a materialului fisionabil (20% în loc de 1—2%).

4. *Siguranţa de funcţionare.* Din experienţa de exploatare a reactorului E B R-I au apărut următoarele deficienţe privind siguranţa de funcţionare: instabilitatea de rezonanţă, coeficientul pozitiv de temperatură, topirea zonei active în timpul unui şoc de putere.

Concluziile articolului sînt că dificultăţile menţionate — care au fost observate la E B R-I-dar nu sînt proprii tuturor reactoarelor producători rapizi — vor putea fi înlăturate la celelalte reactoare printr-o proiectare mai bună.

E 785 *d. l.*

Reactor experimental BR-2, cu neutroni rapizi. L e i p u n s c h i A. I., B l o h i n ţ e v D. I., A r i s t a r h o v I.N., B o d n a r e n c o I. I., K a z a c i c o v s c h i O. D., P i n h a s i k M. S., S t a v i s c h i i I. I., S t u m b u r E. A., U c r a i n ţ e v F. I., U s a c e v L. N., Atomnaia Energhia, nr. 6 (1957), pag. 497—500.

621.039

În scopul cercetărilor şi precizărilor unor constante fizice, necesare proiectării instalaţiilor nucleare, a fost construit un reactor nuclear experimental BR-2, cu neutroni rapizi. Partea activă este construită din bare din plutoniu de 10 mm diametru, cu o lungime de 130 mm, care sînt închise ermetic într-o ţeavă de oţel inoxidabil, cu grosimea peretelui de 0,3 mm. În afară de barele din plutoniu, în zona activă sînt situate şi bare din uraniu, însumînd în total 108 bare.

Preluarea căldurii din zona activă se face cu mercur.

Suprafaţa de reflexie a reactorului este construită dintr-un strat de uraniu (de 700 mm diametru exterior), în cupru (de 1 000 mm diametru exterior). Preluarea căldurii de la acesta se face cu aer.

Puterea nominală a acestui reactor experimental este de 150 kW, din care 100 kW din zona activă.

În 1957 se prevede reconstrucţia acestui reactor, avînd ca urmare creşterea considerabilă a puterii reactorului.

E 786 *g. c.*

Echipamente complete pentru centrale atomoelectrice în S.U.A. şi Anglia. K r i v o r a t o v A. M., „Energohoziaistvo za rubejom", nr 4 (1957), pag. 44—45.

621.039 :621.311.25.005

În S.U.A. şi Anglia au început să se livreze echipamente complete pentru centrale atomoelectrice de 2,5 şi 10 MW şi să se întocmească proiecte pentru CAE de 25 MW.

La aceste CAE, ca moderator şi agent termic se foloseşte apa sub presiune; combustibilul utilizat este uraniul cu un grad de îmbogăţire de 4—12%. Securitatea reactorului se asigură cu un cilindru de oţel şi beton, între care este apă, iar al doilea strat protector îl formează betonul cu o grosime de 0,9—1,2 m.

Caracteristicile de bază ale reactorului CAE de 10 MW, sînt următoarele:

puterea termică 46 MW;
puterea electrică 10,6 MW;
puterea utilizată în scopuri proprii 0,6 MW;
randamentul termic 22%;
temperatura apei la ieşirea din reactor 270°C;
idem, la intrare 252°C;
presiunea apei în circuitul primar 105 ata;
încărcătura de uraniu 0,5—3,5 t;
presiunea aburului la turbină 26,4 ata;
temperatura la intrarea în turbină 226°C;
temperatura apei de alimentare 138°C;
timpul de funcţionare cu o singură încărcătură 18—30 luni.

Primele reactoare nucleare cu apă sub presiune au fost construite în S.U.A., pentru un submarin care în cursa de probă de 80 000 km a funcţionat cu o singură încărcătură.

Costul unei centrale atomoelectrice de 10 MW se apreciază la $22{,}4 \cdot 10^6$ ruble, iar costul energiei electrice — la 7—9,3 copeici/kWh.

E 787 *g. c.*

Securitatea individuală la lucrările de reparaţii în condiţii de impurizare radioactivă. G o r o d i n s c h i S. M., Ş e r b a k o v V. L., „Atomnaia energhia", nr 8 (1957), pag. 141—148.

621.386.86

În lucrare se descriu metodele de bază ale securităţii individuale a persoanelor care efectuează lucrări de reparaţii în condiţii de impurizare radioactivă a atmosferei sau a mediului de contact. Se stabilesc principiile de bază ale organizării securităţii muncii, în diferite cazuri concrete.

Se descriu pe larg metodele şi echipamentele folosite în U.R.S.S. şi peste hotare, cu caracteristicile lor de exploatare şi limita de utilizare a acestora. Articolul este întocmit pentru a veni în ajutorul, în primul rînd, al personalului de exploatare şi întreţinere a instalaţiilor pentru care sînt posibile intervenţii în condiţii de radioactivizare.

E 788 *g. c.*

Perspectivele de folosire a energiei nucleare în U.R.S.S. în scopuri energetice. Raport B 3—7 prezentat la a XI-a Sesiune parţială a Conferinţei Mondiale a Energiei de la Belgrad (1957).

621.311.25 :001.1

Deşi U.R.S.S. dispune de surse energetice clasice bogate, acestea sînt repartizate neuniform pe teritoriul ţării, ceea ce impune transportul energiei electrice sau al combustibililor în regiunile deficitare de combustibil şi foarte dezvoltate din punct de vedere industrial, ca de pildă Uralul şi o parte din Siberia şi Asia Centrală. Acest lucru impune construirea de centrale atomoelectrice de 100—200 MW în regiunile deficitare de combustibil, care să funcţioneze 75 000 h/an preluînd sarcina de bază.

În lucrare sînt date caracteristicile tehnice ale proiectelor unor centrale atomoelectrice de 1 520 şi 1 150 MW, precum şi ale unor reactoare experimentale.

E 789 *g. c.*

Cercetări nucleare la cel mai mare sincrofazotron din lume. Atomnaia Energhia, nr. 7 (1956), pag. 64.

621.384.001.5

La 16 aprilie 1957 a intrat în funcţiune în U.R.S.S. la Institutul Unificat de Cercetări Nucleare cel mai mare sincrofazotron din lume.

La numai 32 de zile de la pornirea sincrofazotronului, energia protonilor acceleraţi a atins cifra de calcul adică 10^{10} electronvolţi.

Cercetările în domeniul energiei nucleare au început după programul iniţial stabilit. *g. c.*

E 790

RECENZII

LEVAI ANDRAS: Centrale atomoelectrice. Budapesta, Institutul de editarea cursurilor pentru învăţămîntul superior (1956), 335 pag., 143 fig., 23. tab.

Această lucrare cuprinde materialul expus în cursul pe care autorul, profesor universitar, l-a ţinut în cadrul Institutului pentru Perfecţionarea Inginerilor din Budapesta în anii 1955—1956, în scopul pregătirii cadrelor inginereşti în domeniul centralelor atomoelectrice.

În expunerea făcută autorul menţionează că s-au considerat cunoscute fizica reactoarelor şi bazele tehnicii reactoarelor, elemente care au format obiectul unui alt curs, ţinut de asemenea în cadrul acestui institut.

Autorul sistematizează în acest volum un material vast, reuşind să prezinte o lucrare foarte valoroasă, ca o sinteză a cunoştinţelor actuale în domeniul centralelor atomoelectrice.

Se tratează următoarele probleme mai importante:

Prezentarea caracteristicilor reactoarelor nucleare reglabile pentru centrale, problema serviciilor interne mecanice ale acestor centrale, manipularea, exploatarea şi reglarea reactoarelor şi problemele economice privind centralele atomoelectrice.

În partea întîia se face un scurt istoric asupra dezvoltării centralelor atomoelectrice şi se indică problemele care se pun în acest domeniu.

În partea a doua se examinează problema reactoarelor nucleare reglabile. Se dă o descriere generală şi se face clasificarea reactoarelor nucleare. Se tratează reactoarele eterogene şi reactoarele omogene, insistîndu-se în special asupra caracteristicilor fizice, agentului de răcire adoptat şi asupra sistemului constructiv. Se expun şi problemele speciale ale reactoarelor rapide.

Partea a treia tratează despre instalaţiile interne mecanice care deservesc reactoarele propriu-zise şi despre schemele termice adoptate pentru centralele atomoelectrice. Se dau scheme termice atît pentru reactoare răcite cu apă, cît şi cu metale topite. Se insistă asupra caracteristicilor constructive pentru pompele de circulaţie (mecanice, electromagnetice etc.), compresoare, turbine cu gaze, schimbătoare de căldură, ventile, rezervoare de presiune etc. Ca aplicaţie se dau descrieri asupra centralei atomoelectrice sovietice de 5 MW şi a celei din Shippingport de 60 MW, răcite cu apă.

În partea a patra se examinează problemele reglării reactorului nuclear, a manipulării şi exploatării acestuia. În acest scop, se expun principiile de bază atît pentru reactoare termice cît şi pentru cele rapide. Se prezintă tipurile de instrumente de măsură, indicatoare şi dispozitivele de amplificare şi transmitere la distanţă a indicaţiilor folosite în centralele atomice, dîndu-se şi cîteva exemple concrete.

În mod special se expune şi tehnica privind manipularea şi depozitarea substanţelor fisionabile.

În partea a cincea autorul prezintă problemele economice ale centralelor atomoelectrice, dînd date concrete în ceea ce priveşte investiţiile şi cheltuielile anuale. Pe baza indicilor de care dispune, se dă o metodă de comparare economică a centralelor atomoelectrice cu centralele clasice.

La sfîrşitul fiecărei părţi se prezintă materialul bibliografic cercetat. O serie de scheme, diagrame, tabele şi fotografii întregesc expunerea făcută.

Această primă ediţie în limba maghiară a fost multiplicată la rotaprint, într-un număr de 500 de exemplare.

Ing. **I. B.** şi ing. **R.M.**

PACŞVER V. B.: Indicii tehnico-economici ai centralelor termoelectrice de mare putere. Editura energetică de stat, Moscova, 1957, 64 pagini.

621.311.22:003/004 (21)

Cartea „Indicii tehnico-economici ai centralelor termoelectrice de mare putere" prezintă principalii indici tehnico-economici ai construcţiei, montajului şi exploatării centralelor termoelectrice din ţările occidentale şi Statele Unite ale Americii.

Dezvoltarea actuală a sistemelor electrice din ţara noastră, cu grupuri de 50 MW şi cazane de 230 t/h, 510°C, 110 ata, permite trecerea la grupuri de puteri mai mari şi parametri mai ridicaţi. De acea cunoaşterea conţinutului acestei cărţi de către energeticienii noştri prezintă un deosebit interes în vederea aprecierii mai exacte a tendinţelor care trebuie urmate în alegerea parametrilor iniţiali ai aburului, combustibilului, puterii unitare a grupurilor turbogeneratoare, schemelor termice şi electrice etc.

Autorul a avut de întîmpinat numeroase dificultăţi legate de generalizarea indicilor tehnico-economici ai centralelor, proveniţi din diferite ţări, cu tendinţe energetice diferite, ca urmare a variaţiei preţurilor la combustibil, materiale, a influenţei anumitor fenomene de criză. Cu toate acestea, V. B. Pacşver a reuşit să scoată în evidenţă factorii cei mai caracteristici ai centralelor şi să elimine factorii de conjunctură, care ar fi putut influenţa negativ indicii de bază, dînd cărţii un caracter unitar.

În capitolul „Tendinţele tehnice de bază în domeniul construcţiei şi organizării exploatării centralelor termoelectrice din străinătate" sînt arătate principalele schimbări care au intervenit în proiectarea şi construcţia centralelor termoelectrice.

În ultimul timp, concentrarea puterii în centrale cu agregate mari generatoare s-a confirmat ca o tendinţă foarte puternică, ca urmare a dezvoltării sistemelor electrice.

Astfel, după cercetările inginerilor societăţii General Electric, s-a ajuns la concluzia că grupurile ce urmează să fie instalate trebuie să aibă o putere nu mai mică de 7% şi nu mai mare de 10% din puterea sistemului. Stabilirea unei corelaţii între puterea sistemului şi a grupurilor ce urmează a fi instalate este deosebit de importantă, deoarece nerespectarea acesteia poate conduce la investiţii suplimentare, determinate de asigurarea rezervei necesare.

În perioada 1953—1956 proiectele noilor centrale americane au folosit cu prioritate grupurile 200—215 MW. Pentru etapa 1957—1960, în S.U.A. sînt deja comandate grupuri de 300—450 MW. Dat fiind puterea sistemelor americane pentru perioada următoare, se întrevede posibilitatea fabricării de agregate de 500—700—1000 MW.

În ţările Europei occidentale, creşterea puterii unitare a grupurilor nu s-a dezvoltat în acelaşi ritm. Astfel, în R.F.G. s-au montat grupuri de 100—150 MW, în Danemarca se instalează un agregat de 135 MW şi se intenţionează folosirea turbinelor de 250 MW. Aceste exemple ilustrează tendinţa de a concentra puterea instalată la centrale termoelectrice, în cît mai puţine puncte, amplasate în apropierea bazei de combustibil şi a apei de răcire. Concentrarea puterii în grupuri mari generatoare a condus la necesitatea fabricării de cazane cu debite corespunzătoare, la revizuirea schemelor termice vechi şi înlocuirea lor cu scheme bloc. Astfel, din 1953, în S.U.A. se foloseşte în exclusivitate schema bloc.

În Europa occidentală, cea mai înaintată din acest punct de vedere s-a dovedit a fi Franţa, în timp ce Anglia şi R.F.G. au folosit astfel de scheme mult mai tîrziu. Ideea schemei bloc a fost extinsă şi asupra părţii electrice, deplasîndu-se schema comutaţiei principale la cea mai apropiată staţie electrică. În afară de alte avantaje, schema bloc permite extinderea cu grupuri de puteri mai mari şi parametri diferiţi cu minimum de cheltuieli. Autorul arată că în condiţiile concentrării puterii în agregate mari, schema bloc este singura justificată din punct de vedere tehnico-economic.

În continuare, autorul dezvoltă pe larg problema creşterii parametrilor aburului. Analiza făcută arată că între mărimea agregatelor (cazane sau turbine) şi parametrii folosiţi, există o strînsă legătură.

Astfel, în perioada de după război, pentru agregatele mai mici de 100 MW nu există motive esenţiale pentru creşterea parametrilor aburului peste 100—110 ata şi 525—540°C, folosirea supraîncălzirii intermediare neavînd un caracter de masă. Creşterea numărului de agregate de putere 100—125

MW a condus la utilizarea pentru această grupă a parametrilor de 110—140 ata, 525...540°C, cu o folosire largă a supraîncălzirii intermediare pînă la temperatura inițială.

Concentrarea puterii în agregate cu puteri unitare de 150—200 MW se realizează prin folosirea celor mai ridicați parametri pe care îi permit oțelurile perlitice.

Aceste limite sînt ca temperatură 565...570°C, iar ca presiune 180 ata, deși nu este exclusă posibilitatea creșterii temperaturii pînă la 590...595°C.

Pentru agregatele de 250 MW și mai mari (450 MW), apare ca naturală trecerea la parametrii supracritici, cu utilizarea oțelurilor austenitice. După părerea autorului, pentru aceste puteri, presiunea va oscila în limitele 300—350 ata, iar temperatura în limitele 600...650°C.

În statele Europei occidentale, puterile unitare și parametrii aburului au variat diferit, de la țară la țară.

Astfel, în Franța, încă în 1953—1954, s-a trecut la parametrii 127 ata și 540°C, cu supraîncălzire intermediară pînă la parametrii inițiali pentru grupurile cu puteri unitare de 110—125 MW. Această etapă nu este încă terminată și va caracteriza și anii următori. În Anglia, s-a pus problema fabricării primelor agregate la 106 ata și 565°C, fără supraîncălzire intermediară, la început pentru agregatele de 60 MW, urmate apoi de agregate de 100—120 MW. În Anglia, etapa următoare va consta în folosirea supraîncălzirii intermediare la aceiași parametrii inițiali, trecerea la parametrii mai ridicați 165 ata și 593°C fiind legată de fabricarea grupului de 200 MW. În R.F.G., grupa de puteri pînă la 100 MW va fi preluată la parametrii 110 ata, 525°C, cu supraîncălzire intermediară; pentru grupa de puteri pînă la 200 MW se preconizează folosirea parametrilor: 150—180 ata și 560...570°C.

În continuare, se arată posibilitățile de perfecționare a echipamentului auxiliar, schimbările intervenite în politica combustibililor în perioada de după război, tendințele în domeniul dispoziției utilajului și soluțiile în domeniul construcției, precum și schimbările intervenite în domeniul organizării montajului, ca urmare a introducerii automatizării.

În capitolele „Indicii de cost ai construcției centralelor electrice", se analizează modul în care diferiți factori pot influența costul centralelor electrice.

În mod direct, asupra costului centralei influențează puterea unitară a grupurilor.

Autorul face evidențierea acestui fapt printr-o relație matematică:

$$\frac{S_1}{S_2} = \left(\frac{N_1}{N_2}\right)^{\alpha}$$

unde: S_1 S_2 sînt costul unui kW instalat la centralele cu agregate de putere N_1 și N_2, iar α factorul de proporționalitate.

În lucrare se indică economiile ce se pot realiza prin concentrarea puterii în unități mari generatoare din datele culese din diferite țări.

Creșterea parametrilor aburului concomitent cu mărirea puterii unitare a grupurilor încetinesc ritmul scăderii care s-ar realiza în aceste condiții.

În momentul de față, scăderile esențiale se obțin însă în domeniul grupurilor de putere mică sau mijlocie.

Oarecare influență asupra kilowatului instalat exercită și numărul de grupuri care se manifestă mai puternic pentru primele trei grupuri (10%), pentru restul însă datele sînt foarte puțin caracteristice.

În mod esențial, asupra costului poate influența felul combustibilului. Astfel, pentru centrale cu agregate de 50—100 MW, agregate care în S.U.A. se întîlnesc cel mai frecvent la centralele ce folosesc gazele naturale, costul relativ scade cu 30% față de centralele pe cărbune. Aceasta a condus la faptul că în S.U.A. 25% din totalul energiei produse în centralele termoelectrice se bazează pe gaz, iar 12% pe combustibil lichid.

La centralele americane, cubajul și suprafața specifică variază în funcție de combustibil în modul următor:

Centrale pe cărbune
(Execuție interioară)

Puterea, MW	Cubajul specific, m^3/kW	Suprafața, m^2/kW
20—40	1,5	—
50—100	1,2	1,2
150—300	0,9	0,7—1,5
500 și mai mult	0,5—0,6	0,4—0,8
	minimum 0,45	minimum 0,3
	Centrale pe gaz (execuție exterioară)	
20— 40	1,1	0,5—1,0
50—100	0,8	0,4—0,8
150 și mai mult	0,6	0,3—0,5
	minimum 0,3	minimum 0,25

De regulă, centralele pe gaz se amplasează în zonele de extracție a gazului. Astfel, în S.U.A., în ultimii 3—4 ani nici o centrală pe gaz nu s-a construit în afara regiunilor de extracție a gazului, deoarece stațiile de compresare și conductele de transport s-au dovedit a fi elemente costisitoare atît ca investiție, cît și ca cheltuieli de exploatare.

După ce se analizează influența schemei termice (schema bloc) și a tipurilor de agregate, se trece la prezentarea influenței dispoziției în exterior a echipamentului asupra costului.

Problema dispoziției în exterior este mult controversată, unii autori contrapun economiilor la investițiile inițiale cheltuielile provenite din prelungirea reparațiilor, dificultățile și pierderile de căldură în timpul exploatării normale (de cca. 0,15%) etc. După datele diferiților autori americani, economiile posibile a se realiza, în funcție de gradul montării în exterior, oscilează în limitele 1—4% din costul total al centralei. În Anglia, după datele construcției primei centrale cu cazanele în exterior, s-au realizat economii de 40% față de costul sălii cazanelor și de 5—6% din costul total. Desigur, montarea totală sau parțială a echipamentului în exterior trebuie să se facă în funcție de condițiile climaterice și felul echipamentului; problema este însă deosebit de actuală și pentru țara noastră.

După prezentarea factorilor care influențează costul centralelor, autorul redă structura investițiilor la centralele din diferitele țări, care prezintă sugestiv părțile din centrală asupra cărora au influențat diverși factori.

În acest scop se redă aici structura investițiilor la centralele termoelectrice americane:

Denumirea structurii	Centrale pe praf de cărbune, %	Centrale pe păcură sau gaz, %
Partea de construcție	24,2	17,3
Echip. sălii cazanelor	40,0	37,3
Echip. sălii de mașini	27,4	35,9
Echip. electric	7,2	8,0
Alt echipament	1,2	1,5
	100,0	100,0

Încercarea de a realiza, însă, economii cît mai mari la investiții se întîlnește cu tendința creșterii parametrilor aburului, reclamată de necesitatea economisirii combustibilului, de realizarea unor centrale cu cheltuieli de exploatare cît mai reduse, probleme pe care autorul le dezvoltă în capitolul „Indicii de exploatare ai centralelor termoelectrice".

Indicii de exploatare care constau în determinarea influenței cheltuielilor indirecte, a prețului combustibilului, a fondului de salarii destinat personalului, asupra costului energiei electrice produse, trebuie luați sub aspectul critic, deoarece unele din elementele citate sînt supuse și unor variații de conjunctură.

Pentru noi, prezintă importanţă factorii obiectivi ca : durata de utilizare, personalul specific de exploatare şi întreţinere, consumul specific de combustibil etc., asupra cărora ne vom opri pe scurt.

Durata de utilizare a puterii instalate în centrală depinde de rolul centralei în sistem, de forma curbei de sarcină. Astfel, în S.U.A., pentru noile centrale intrate în funcţiune, durata de utilizare este de 5700 h, în timp ce în Anglia nu depăşeşte 4000 h. În unele ţări în scopul măririi duratei de utilizare, s-a pus problema construirii unor centrale termoelectrice de vîrf (ştiut fiind că în general, acoperirea sarcinii de vîrf este rezervată centralelor hidroelectrice cu acumulare sau pompaj), construite special în acest scop. Astfel, în S.U.A., se construieşte o centrală cu o putere finală de 2 mil. kW, calculată pentru 2000 h utilizare, la parametrii 88 ata şi 510°C, cu presiunea în condensator 0,07—0,13 ata, puterea unitară la suprasarcină a grupurilor 132,5 MW. După cum dovedesc şi parametrii aleşi, sînt luate toate măsurile pentru realizarea unei centrale cu investiţii minime. Printre aceste măsuri, subliniem : echipamentul cazanelor în exterior, pornirea rapidă şi prevederea de rezerve de condensat în acest scop. În unele ţări din Europa occidentală, pentru acoperirea parţială a sarcinii de vîrf cu grupuri termice se preconizează utilizarea descentralizată a turbinelor de gaz.

În domeniul reducerii personalului, ca urmare a introducerii automatizării, s-a ajuns la 0,6—0,9 om pe MW instalat (cu excepţia personalului de conducere).

Consumul specific de combustibil a scăzut pînă la cca. 2300 kcal/kWh, ca o consecinţă a folosirii aburului la parametrii superiori.

Lucrarea se încheie cu capitolul „Perspectivele şi metodele viitoarei creşteri a economicităţii centralelor termoelectrice".

Căile enumerate pentru perfecţionarea centralelor termoelectrice sînt următoarele :

1. Creşterea parametrilor de producere a aburului şi mărirea economicităţii schemei termice.

2. Concentrarea puterii generatoare în unităţi cît mai mari şi alegerea de grupuri cu puteri corespunzătoare etapei de dezvoltare a sistemului în care va fi conectat.

3. Ridicarea randamentului centralei pe baza producerii combinate a energiei electrice şi căldurii. După analiza pe care o face autorul, reiese că în perioada actuală presiunea de 100 ata şi temperatura de 500°C corespund agregatelor de 25—50 MW, presiunile de 127—140 ata şi temperatura de 565° cu supraîncălzire intermediară—grupurilor de 100—200 MW, presiunile de 250—350 ata şi temperatura de 680°C cu dublă supraîncălzire intermediare — grupurilor de putere 300—500 MW. Bineînţeles, alegerea uneia sau altei grupe de presiuni, temperaturi şi puteri se face în funcţie de puterea sistemului, situaţia combustibilului şi politica investiţiilor la etapa respectivă. Producerea combinată a energiei electrice şi a căldurii a început încă de pe acum să fie realizată cu grupuri mari şi la parametrii ridicaţi. Ca exemplu, se dă Centrala de termoficare Linden, care alimentează o rafinărie, fiind în acelaşi timp centrala de bază a sistemului. Centrala este echipată cu o turbină de 225 M, cu două prize, din care una cu un debit de 450 t/h la 11,5 ata şi 270 t/h la 54 ata, presiunea nominală — 141 ata, iar temperatura 565°C şi a doua turbină de 225 MW, 166 ata, 593°C, cu condensaţie pură.

Problemele tratate îmbrăţişează tendinţele existente în domeniul energeticii în cele mai dezvoltate state capitaliste şi, sub acest aspect, materialul prezentat este deosebit de util. Dacă autorul ar fi raportat indicii tehnico-economici ai centralelor din celelalte ţări la indicii celor mai moderne centrale din U.R.S.S., cartea ar fi fost şi mai valoroasă pentru noi.

Întrucît cartea are un caracter tehnico-economic ar fi fost interesant să se prezinte mai pe larg legătura care există între puterea grupului ce urmează a se instala şi mărimea rezervei sistemului. De asemenea, creşterea gradului de automatizare în funcţie de puterea centralei ar fi fost indicat să fie tratată mai pe larg. După titlul cărţii, ar fi fost de aşteptat să fie dezvoltate corespunzător şi tendinţele în domeniul fabricării generatoarelor electrice şi construcţiei staţiilor electrice de pe lîngă centrale. De asemenea autorul nu prezintă bibliografia consultată.

Materialul prezentat este completat cu 19 figuri şi două anexe, în care se redau caracteristicile tehnice ale celor mai moderne centrale termoelectrice din S.U.A. şi ţările Europei occidentale.

Autorul a reuşit să prezinte în mod coherent, sistematic şi clar probleme destul de disparate. Dat fiind importanţa şi actualitatea materialului tratat, ar fi de dorit editarea unei traduceri a acestei cărţi în romîneşte.

Ing. **V. I. Nitu**

Revista „ENERGETICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. şi al Ministerului Industriei Grele — Departamentul Energiei Electrice. — Redacţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica nr. 3, Raionul Tudor Vladimirescu, Telefon : 3.07.30, 3.07.28 şi 6.78.78. — Administraţia şi Casieria : Bucureşti, Calea Victoriei nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 3.48.00. — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la redacţia şi administraţia revistei, la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T. din întreaga ţară, precum şi prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Consiliul Central A.S.I.T. 071012 D.O.C. — B.R.P.R. — Tarif pentru întreprinderi : lei 96 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri : lei 30 anual. — Preţul unui exemplar : lei 5. Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 3, Bucureşti.

СОДЕРЖАНИЕ

V. Boico и I. Savu: **Энергетическне предпосылки в связи со строительством нового магистрального газопровода на западе Румынии.**

После обзора основных соображений, объясняющих значительный рост ресурсов и потребления природных газов, даются характеристики новой магистрали для транспортирования газа метана к западу страны. Анализируются многосторонние преимущества, вытекающие в результате постройки магистрали. В заключении представляются основные энергетические соображения, которые учитывались в связи с введением натуральных газов на западе страны.

Energetica VI (1958) № 2, стр. 49.

C. Dinulescu: **Растрескивание экранных труб из-за неправильной циркуляции (II).**

Во второй части статьи представляется метод расчета циркуляции воды в котлах для определения ее интенсивности и стабильности. Дается числовой пример для двух конкретных случаев, выводится заключение и в случае возможного несоблюдения нормального режима течения эмульсии.

Energetica VI (1958) № 2, стр. 54.

I. Chenzbraun: **О некоторых недостатках секционной защиты в сетях с незаземленной нейтралью и методы их устранения.**

Исследуется работа секционной защиты, используемой в кабельных сетях с изолированной нейтралью в случае различных неисправностей и особенно при двойном заземлении в различных местах. Устанавливается, что в последнем случае защита может сработать неправильно, приводя к неселективному отключению годного кабеля. В заключении представляется простое решение, устраняющее этот недостаток.

Energetica VI (1958) № 2 стр. 64.

S. Solomon: **Расчет зимних расходов больших рек в случае формирования ледяного покрова.**

Дается приближенный метод расчета зимних расходов больших рек со стабильным ледяным покровом.

Метод был проверен с хорошими результатами на Дунае.

Energetica VI (1958) № 2, стр. 70.

D. D. Matei: **Контроль сопротивления изоляции в рабочей цепи постоянного тока на электростанциях и подстанциях. Расчет и проверка электрической схемы.**

Исследуются пределы колебания сопротивления изоляции в рабочих цепях постоянного тока на электрических станциях. Контроль сопротивления изоляции путем сигнализации в случае ее аварии должен избегать неправильного срабатывания реле. Рассчитываются элементы контрольной и сигнализационной схемы для определения неисправности изоляции, путем проверки характеристики сигнализационного реле. Дается диаграмма для определения сопротивления изоляции обеих полюсов рабочей цепи относительно земли.

Energetica VI (1958) № 2 стр. 72.

ЭНЕРГЕТИКА ЗА РУБЕЖОМ, стр. 79.

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАРУБЕЖНЫХ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ИНЖЕНЕРОВ ЭЛЕКТРИКОВ.

C. Apetrei: **Съезд французского общества электриков в Нанси (25—28 сентября 1957 г.)** стр. 81.

ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 85.

РЕЦЕНЗИИ, стр. 94.

INHALTSVERZEICHNIS

V. Boico und I. Savu: **Energiewirtschaftliche Betrachtungen bezüglich der neuen Naturgasfernleitung nach dem Westen des Landes.** Nach einem Überblick über die Faktoren welche die rasche Entwicklung der Ausbeute und des Verbrauchs der Methangasreserven veranlasst haben, werden die wichtigsten technischen Merkmale der neuen Methangasfernleitung nach dem Westen des Landes beschrieben. Die vielfachen sich aus dem Bau dieser Leitung ergebenden Vorteile werden untersucht. Schliesslich wird auf die energiewirtschaftlichen Grundsätze hingewiesen, welche bei der Ausweitung des Gasnetzes nach dem Westen des Landes massgebend waren.

Energetica VI, (1958), H. 2, S. 49.

C. Dinulescu: **Strahlungsrohrbrüche infolge gestörten Dampfumlaufs.** (II)

In diesem 2.-ten Teil des Aufsatzes wird eine Berechnungsmethode zur Bestimmung der Durchflussmengen und der Beständigkeit des Wasserumlaufs in Kesseln erörtert. Das Verfahren wird an Hand von zwei konkreten Zahlenbeispielen durchgerechnet und es werden Schlüsse aus der gegebenenfalls erfolgenden Störung des normalen Abflusses der Emulsion gezogen.

Energetica VI, (1958), S., H 2 S. 54.

I. Chenzbraun: **Streckenschutz in Netzen mit isoliertem Nullpunkt. Nachteile und Massnahmen zu ihrer Beseitigung.**

Es wird der Betrieb des in Kabelnetzen mit isoliertem Nullpunkt verwendeten Streckenschutzes bei verschiedenartigen Störungen und im besonderen bei Doppelerdschluss an unterschiedlichen Stellen untersucht. In diesem Fall kann der Schutz fehlerhaft wirken und zu unselektiver Abschaltung einwandfreier Kabel führen. Durch Anwendung einer einfachen und leicht aus uführenden Vorrichtung die abschliessend angeführt wird, kann dieser Hauptnachteil des Streckenschutzes vermieden werden.

Energetica VI, (1958), H. 2, S. 64.

S. Solomon: **Berechnung der Winterfliessen grosser Flüsse und Ströme bei Eisdeckenbildung.**

Es wird eine annähernde Berechnungsmethode der Winterfliessen grosser Flüsse mit ständiger Eisdeckenbildung erörtert. Das Verfahren wird bei Berechnung der Winte - abflussmengen der Donau erfolgreich angewendet.

Energetica VI, (1958), H. 2, S. 70.

D. D. Matei: **Überwachung des Isolationswiederstandes in gleichstrombetätigten Steueranlagen von Kraft- und Umspannwerken. Berechnung und Prüfung des elektrischen Schaltbildes.**

Die zulässigen Schwankungsgrenzen des Isolationswiederstandes der Gleichstromanlagen aus Umspann- und Kraftwerken werden einer Prüfung unterzogen. Die Überwachung des Isolationswiederstandes durch Meldung von Isolationsschäden soll fehlerhaftes Ansprechen der Relais verhindern.

Die Elemente eines Überwachungs- und Meldeschaltbilds für die Isolationsschäden werden unter Berücksichtigung der Eigenschaften der Melderelais berechnet. Für die Bestimmung des Isolationswiederstands der beiden Pole der Steueranlage gegenüber der Erde wird ein Diagramm gegeben.

Energetica VI, (1958), H. 2, S. 72.

DIE ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND S. 79.

BERICHTE VON AUSLÄNDISCHEN NATIONALEN VEREINEN ELEKTROTECHNISCHER INGENIEURE.

C. Apetrei: **Tagung der französischen Gesellschaft der Elektrotechniker in Nancy (September 1957).** S. 81.

DOKUMENTATION S. 85.

REZENSIONEN S. 94.

SOMMAIRE

V. Boico et I. Savu: **Considérations en liaison avec la nouvelle conduite magistrale de gaz naturels vers l'ouest de la Roumanie**

Après le passage en revue des principales considérations qui justifient le développement important des ressources et de la consommation des gaz naturels, les auteurs présentent la description de la nouvelle conduite magistrale pour le transport du gaz méthane dans l'ouest du pays et soulignent les multiples avantages qui résultent de l'installation de cette conduite. Dans la conclusion sont présentées les considérations de base du point de vue énergétique qui ont mené à l'introduction des gaz naturels dans l'ouest du pays.
Energetica VI (1958), No. 2 p. 49.

C. Dinulescu: **Cassure des tuyaux d'écran causée par une circulation défectueuse (II)**

Dans cette seconde partie de l'article est exposée une méthode de calcul de la circulation de l'eau des chaudières afin de déterminer son intensité et sa stabilité. L'auteur fait ensuite une application numérique dans deux cas concrets, en tirant des conclusions quant à l'éventualité du dérèglement du régime normal d'écoulement de l'émulsion.
Energetica VI, (1958) No. 2, p. 54.

I. Chenzbraun: **Quelques défauts de la protection par section utilisée dans les réseaux au neutre isolé et méthodes pour les éliminer**

L'auteur a étudié le fonctionnement de la protection par section utilisée dans les réseaux de câbles avec le neutre isolé dans le cas de différents typs de défauts et particulièrement dans le cas de la double mise à la terre en différents endroits. Il a établi que dans ce dernier cas la protection peut fonctionner de manière défectueuse causant la déconnection non sélective de certains câbles n'accusant pas de défaut.

Dans la conclusion est présentée une solution simple, facile à réaliser, pour remédier ce défaut principal que présente la protection par section.
Energetica VI (1958) No. 2, 64.

S. Solomon: **Le calcul des débits d'hiver des grandes rivières et fleuves dans le cas de la formation d'un pont de glace**

L'auteur présente une méthode approximative de calcul de débits d'hiver des grandes rivières sur lesquelles se forment des ponts de glace stables. Cette méthode est vérifiée avec succès pour le calcul des débits d'hiver du Danube.
Energetica VI (1958) No. 2. p. 70.

D. D. Matei: **Le contrôle de la résistance d'isolation dans les installations de courant continu opératif des centrales et stations électriques. Calcul et vérification du système électrique**

L'auteur examine les limites admissibles de variation de la résistance d'isolation des installations de courant continu opératif dans les stations et centrales électriques. Le contrôle de la résistance d'isolation, effectué par la signalisation des avaries de l'isolation, doit éviter le faux fonctionnement des relais.

L'article contient également le calcul des élements du système de controle et de signalisation des défauts d'isolation et recommande la vérification des caractéristiques du relais de signalisation, tout en présentant aussi un diagramme pour la détermination de la résistance d'isolation par rapport à la terre de chaque pôle de l'installation de courant continu opératif.
Energetica VI (1958) No. 2, p. 72.

L'ENERGIE ELECTRIQUE A L'ETRANGER, p. 79.

DE L'ACTIVITE DES ASSOCIATIONS NATIONALES ETRANGÈRES D'INGENIEURS ELECTROTECHNICIENS

C. Apetrei: **Le congrès de la Soc. Française des Electriciens de Nancy** (25—28 **septembre** 1957), p. 81

DOCUMENTATION, p. 85.

RECENSIONS, p. 94.

CONTENTS

V. Boico and I. Savu: **Considerations in connection with the new principal pipe-line supplying natural gas to the West of Roumania**

After going over the main considerations which justify the important development of supplies and consumption of natural gas, the authors describe the features of the new principal pipe-line for transporting methane gas in the West of the country and analyze the manifold advantages resulting from the setting up of this pipe-line. In the conclusion are discussed the considerations from the energetic viewpoint which have led to the introduction of natural gas in the West of the country.
ENERGETICA, VI (1958) Nr. 2, p. 49

C. Dinulescu: **Breakage of screen pipes because of defective circulation (II)**

In this second part of the paper, the author presents a method of computation of water circulation in boilers, for the determination of sit intensity and stability. He then gives a numeric explanation on two concrete cases and draws conclusions on the eventual disturbance of the normal flow in emulsion.
Energetica VI (1958) Nr. 2, p. 54.

I. Chenzbraun: **Some deficiencies of the sectional protection used in networks with insulated neutral and methods to avoid them**

The paper deals with the performance of the sectional protection used in cable systems with insulated neutral in the case of various faults and particularly in the case of double grounding in different spots. The author states that in this last case the protection can operate deficiently and lead to the non selective breakup of not faulty cables.

In the conclusion the paper brings a solution, easily to be realized, which permits to remedy this principial fault of sectional protection.
Energetica, VI (1958) Nr. 2, p. 64

S. Solomon: **The computation of the winter flows of large rivers in case of the formation of ice-bridges**

The author presents an approximate computation of the winter flow of great rivers on which appear stable ice-bridges. The method has been successfully checked for computing the winter flow of the Danube.
Energetica VI (1958) Nr. 2, p. 70.

D. D. Matei: **The checking of the resistance of insulation used in systems of direct operative current in electrical stations and plants. The computation and checking of the electrical sistem**

In the paper are examined the permissible variation limits of the insulating resistance used in systems of direct operative current in electrical stations and plants. The control of the insulating resistance by signalizing insulation faults must avoid the false operation of the relays.

The author computes the elements of the control and signal device of insulation faults and checks the features of the signal relay. He also gives a diagramm for the determination of the insulating resistance to the ground of each pole of the direct operative current system.
Energetica VI (1958) Nr. 2, p. 72.

ELECTRICITY ABROAD, p. 79

ON THE ACTIVITY OF FOREIGN NATIONAL SOCIETYS OF ELECTRICAL ENGINEERS

C. Apetrei: **The Congress of the French Society of Electricians in Nancy** (25—28 **September** 1957), p. 81

DOCUMENTARY, p. 85.

BOOK REVIEWS, p. 94.

BIBLIOTEKA GŁÓWNA POLITECHNIKI KRAKOWSKIEJ 1883

A II-a Consfătuire națională asupra automatizărilor industriale

Între 5—8 iunie 1957 a avut loc la București sub auspiciile Comisiei de Automatizare de pe lîngă Prezidiul Academiei R.P.R., a II-a *„Consfătuire națională asupra automatizărilor industriale"*.

Lucrările consfătuirii s-au desfășurat în cadrul a trei secții și anume :

Secția I-a *„Bazele teoretice ale automatizării"* unde s-au expus referate cu caracter teoretic.

Secția II-a *„Probleme generale în legătură cu automatizarea, măsurarea și controlul proceselor de producție"*, în care s-au expus referate privind metodele întrebuințate în automatică precum și elementele folosite.

Secția III-a *„Automatizare, măsurare și controlul tehnologic în diferite industrii"*, unde s-au expus referate care au arătat ce automatizări s-au instalat și se proiectează să se instaleze precum și ce rezultate s-au obținut pînă în prezent de pe urma automatizărilor instalate în industria din țara noastră.

La lucrările consfătuirii la care au luat parte peste 700 participanți, s-au prezentat și o serie de referate ce privesc automatizările în centralele, stațiile și rețelele electrice.

Astfel s-au prezentat următoarele referate cu caracter energetic :

1) Referatul prof. ing. C. I. Penescu intitulat: *„Realizările și perspectivele automatizării sistemelor energetice în R.P.R."*

În acest referat se arată ce automatizări s-au introdus, ce rezultate tehnico-economice au adus precum și ce automatizări sînt prevăzute să se instaleze.

2) Referatul conf. ing. S. Călin și ing. V. Rowert intitulat : *„Modificarea caracteristicilor dinamice prin introducerea unui circuit de corecție în dispozitivele de reglare automată a frecvenței sistemelor energetice"*.

Se tratează despre o metodă nouă care îmbunătățește apreciabil modul de comportare al sistemelor de reglare de acest tip.

3) Referatul conf. ing. C. Apetrei intitulat: *„Reglarea automată a excitației mașinilor sincrone și stabilitatea lor statică și dinamică"*.

4) Referatul conf. ing. S. Călin și ing. R. Zimaud intitulat: *„Probleme de funcționare optimă a protecției prin relee în rețelele electrice din R.P.R."*

5) Referatul ing. A. Cretescu intitulat: *„Sistemul de telecomandă centralizată a iluminatului public în București"*.

Se arată o metodă originală a autorului și care a fost aplicată la o parte din rețeaua orașului București.

6) Referatul ing. M. Duma intitulat: *„Problema telemăsurării în R.P.R."*.

7) Referatul ing. D. Mehedinți și ing. N. Kanterian intitulat : *„Dispozitiv automat de telesemnalizare a chiciurii pe liniile electrice de transport"*.

În referat se arată un dispozitiv creat pentru prima dată în țară de către autor și care este în curs de experimentare în țara noastră.

În cadrul lucrărilor consfătuirii s-au purtat numeroase discuții asupra rapoartelor prezentate, ceea ce a arătat nivelul ridicat al preocupărilor inginerilor și tehnicienilor noștri.

Pe baza acestor discuții și a problemelor ridicate cu ocazia referatelor s-a tras o serie de concluzii care, aprobate de plenul consfătuirii, au devenit hotărîri, care să fie recomandate Comisiei de Automatizări; dintre aceste hotărîri se pot extrage următoarele:

— este necesar să se înființeze o unitate care să se ocupe cu studierea, proiectarea și execuția elementelor de automatizare sau a anumitor ansamble;

— este necesar să se înființeze cursuri de specializare atît pentru inginerii din producție cît și pentru tehnicienii de întreținere și montaj.

După încheierea consfătuirii, delegații străini au făcut o excursie în care li s-a arătat unele din instalațiile din țara noastră și care au un grad ridicat de automatizare (în industria petroliferă).

C. P.

Organizarea secției energetică și electrotehnică a Consiliului Central „A.S.I.T."

După cum se știe, pe lîngă Consiliul Central al A.S.I.T. funcționează un număr de 11 secții de specialitate al căror rol este de a coordona și îndruma activitatea ASIT-ului pe diverse ramuri de activitate tehnică. Între aceste secții este și secția de *Energetică și Electrotehnică* denumită în trecut secția *Electricitate*.

Cu ocazia celui de-al II-lea Congres A.S.I.T. în ședința din 1 iunie 1957 a fost ales Comitetul secției Energetica și Electrotehnica. Componența sa a fost dată în nr. 7 (1957) al Revistei Energetica.

Președintele secției este prof. ing. M. Bercovici, membru corespondent al Academiei R. P. R., directorul Direcției Electrificării din C.S.P.

Secția este împărțită în patru sectoare de specialitate și anume :

a) *Sectorul Energetică*, avînd ca președinte conf. ing. Călin Mihăileanu, director tehnic al Direcției Electrificării din Departamentul Energiei Electrice.

b) *Sectorul Energetică Industrială*, avînd ca președinte pe conf. ing. N. Moldoveanu, inginerul șef al Inspecției Energetice din Departamentul Energiei Electrice.

c) *Sectorul Electrotehnic*, avînd ca președinte pe conf ing. Gh. Lazaride, director tehnic în Direcția Generală Tehnică din Ministerul Industriei Grele.

d) *Sectorul Telecomunicații, Electrotehnică, Automatizări*, avînd ca președinte pe prof. ing. S. Condrea de la Institutul Politehnic București.

Ing. N. Moldoveanu și ing. Gh. Lazaride sînt totodată și vicepreședinți ai secției.

Secretariatul secției este asigurat de ing. C. Ferester, în calitate de secretar tehnico-științific și ing. T. Comănescu, secretar tehnico-științific adjunct.

Sectorul Energetică are în biroul său, în afară de președinte, pe ing. V. Babeș, ing. C. Motoi și ing. T. Vrăbiescu.

Sectorul Energetică Industrială cuprinde în afară de președinte și pe ing. T. Comănescu și ing. E. Lăzărescu.

LEI 5

A II-a Consfătuire națională asupra automatizărilor industriale

Între 5—8 iunie 1957 a avut loc la București sub auspiciile Comisiei de Automatizare de pe lîngă Prezidiul Academiei R.P.R., a II-a *„Consfătuire națională asupra automatizărilor industriale"*.

Lucrările consfătuirii s-au desfășurat în cadrul a trei secții și anume :

Secția I-a *„Bazele teoretice ale automatizării"* unde s-au expus referate cu caracter teoretic.

Secția II-a *„Probleme generale în legătură cu automatizarea, măsurarea și controlul proceselor de producție"*, în care s-au expus referate privind metodele întrebuințate în automatică precum și elementele folosite.

Secția III-a *„Automatizare, măsurare și controlul tehnologic în diferite industrii"*, unde s-au expus referate care au arătat ce automatizări s-au instalat și se proiectează să se instaleze precum și ce rezultate s-au obținut pînă în prezent de pe urma automatizărilor instalate în industria din țara noastră.

La lucrările consfătuirii la care au luat parte peste 700 participanți, s-au prezentat și o serie de referate ce privesc automatizările în centralele, stațiile și rețelele electrice.

Astfel s-au prezentat următoarele referate cu caracter energetic :

1) Referatul prof. ing. C. I. Penescu intitulat: *„Realizările și perspectivele automatizării sistemelor energetice în R.P.R."*

În acest referat se arată ce automatizări s-au introdus, ce rezultate tehnico-economice au adus precum și ce automatizări sînt prevăzute să se instaleze.

2) Referatul conf. ing. S. Călin și ing. V. Rowert intitulat : *„Modificarea caracteristicilor dinamice prin introducerea unui circuit de corecție în dispozitivele de reglare automată a frecvenței sistemelor energetice"*.

Se tratează despre o metodă nouă care îmbunătățește apreciabil modul de comportare al sistemelor de reglare de acest tip.

3) Referatul conf. ing. C. Apetrei intitulat: *„Reglarea automată a excitației mașinilor sincrone și stabilitatea lor statică și dinamică"*.

4) Referatul conf. ing. S. Călin și ing. R. Zimaud intitulat: *„Probleme de funcționare optimă a protecției prin relee în rețelele electrice din R.P.R."*

5) Referatul ing. A. Crețescu intitulat: *„Sistemul de telecomandă centralizată a iluminatului public în București"*.

Se arată o metodă originală a autorului și care a fost aplicată la o parte din rețeaua orașului București.

6) Referatul ing. M. Duma intitulat: *„Problema telemăsurării în R.P.R."*.

7) Referatul ing. D. Mehedinți și ing. N. Kanterian intitulat : *„Dispozitiv automat de telesemnalizare a chiciurii pe liniile electrice de transport"*.

În referat se arată un dispozitiv creat pentru prima dată în țară de către autor și care este în curs de experimentare în țara noastră.

În cadrul lucrărilor consfătuirii s-au purtat numeroase discuții asupra rapoartelor prezentate, ceea ce a arătat nivelul ridicat al preocupărilor inginerilor și tehnicienilor noștri.

Pe baza acestor discuții și a problemelor ridicate cu ocazia referatelor s-a tras o serie de concluzii care, aprobate de plenul consfătuirii, au devenit hotărîri, care să fie recomandate Comisiei de Automatizări; dintre aceste hotărîri se pot extrage următoarele:

— este necesar să se înființeze o unitate care să se ocupe cu studierea, proiectarea și execuția elementelor de automatizare sau a anumitor ansamble;

— este necesar să se înființeze cursuri de specializare atît pentru inginerii din producție cît și pentru tehnicienii de întreținere și montaj.

După încheierea consfătuirii, delegații străini au făcut o excursie în care li s-a arătat unele din instalațiile din țara noastră și care au un grad ridicat de automatizare (în industria petroliferă).

C.P.

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T.

Organizarea secției energetică și electrotehnică a Consiliului Central „A.S.I.T."

După cum se știe, pe lîngă Consiliul Central al A.S.I.T. funcționează un număr de 11 secții de specialitate al căror rol este de a coordona și îndruma activitatea ASIT-ului pe diverse ramuri de activitate tehnică. Între aceste secții este și secția de *Energetică și Electrotehnică* denumită în trecut secția *Electricitate*.

Cu ocazia celui de-al II-lea Congres A.S.I.T. în ședința din 1 iunie 1957 a fost ales Comitetul secției Energetica și Electrotehnica. Componența sa a fost dată în nr. 7 (1957) al Revistei Energetica.

Președintele secției este prof. ing. M. Berčovici, membru corespondent al Academiei R. P. R., directorul Direcției Electrificării din C.S.P.

Secția este împărțită în patru sectoare de specialitate și anume :

a) *Sectorul Energetică*, avînd ca președinte conf. ing. Călin Mihăileanu, director tehnic al Direcției Electrificării din Departamentul Energiei Electrice.

b) *Sectorul Energetică Industrială*, avînd ca președinte pe conf. ing. N. Moldoveanu, inginerul șef al Inspecției Energetice din Departamentul Energiei Electrice.

c) *Sectorul Electrotehnic*, avînd ca președinte pe conf ing. Gh. Lazaride, director tehnic în Direcția Generală Tehnică din Ministerul Industriei Grele.

d) *Sectorul Telecomunicații, Electrotehnică, Automatizări*, avînd ca președinte pe prof. ing. S. Condrea de la Institutul Politehnic București.

Ing. N. Moldoveanu și ing. Gh. Lazaride sînt totodată și vicepreședinți ai secției.

Secretariatul secției este asigurat de ing. C. Ferester, în calitate de secretar tehnico-științific și ing. T. Comănescu, secretar tehnico-științific adjunct.

Sectorul Energetică are în biroul său, în afară de președinte, pe ing. V. Babeș, ing. C. Moțoi și ing. T. Vrăbiescu.

Sectorul Energetică Industrială cuprinde în afară de președinte și pe ing. T. Comănescu și ing. E. Lăzărescu.

LEI 5

E 2039

ENERGETICA

3

1958

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

1. Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.
2. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.
3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.
4. Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.
5. Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.
6. În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.
7. Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.
8. Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.
9. Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.
10. Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele ruseşti, romane, greceşti, germane etc.
11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.
12. Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.
13. Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.
14. Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.
15. Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.
16. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.

Revista „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele — Departamentul Energiei Electrice. — Redacția: București, Str. Ion Ghica nr. 3, Raionul Tudor Vladimirescu, Telefon: 3.07.30, 3.07.28 și 6.78.78. — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 3.48.00. — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la redacția și administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară, precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul Central A.S.I.T. 071012 D.O.C. — B.R.P.R. — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual. Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual. — Prețul unui exemplar: lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 3, București.

E 2039

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 3 MARTIE 1958

SUMAR

Ședința Consiliului Central A.S.I.T. din 16 februarie 1958 101

B. Matocha și *A. Mayer:* Uzinele hidroelectrice și construcția turbinelor hidraulice în Republica Cehoslovacă 105

C. Gr. Ionescu: Tendințe moderne în folosirea complexă a combustibilului pentru scopuri energetice și tehnologice 109

D. Corbaru: Sisteme moderne de protecție prin relee a barelor colectoare 117

IN AJUTORUL EXPLOATARII

C. Dinulescu și *C. Burducea:* Curățirea condensatoarelor turbinelor cu abur în timpul funcționării 123

DIN VIAȚA ASOCIAȚIILOR NAȚIONALE DE INGINERI ENERGETICIENI DIN ALTE ȚARI

C. Burducea: Conferința de la Budapesta organizată de Uniunea științifică pentru industria energetică din R.P.U. 27 mai — 1 iunie 1957 126

ENERGETICA PESTE HOTARE

Gh. Colț: Energetica sovietică în 40 de ani . . 135

DOCUMENTARE 139

RECENZII 147

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. ing. **I. D. Stăncescu** redactor responsabil, conf. ing. **C. Mihăileanu** redactor responsabil adjunct, Ing. **N. Armencoiu**, conf. ing. **I. A. Badea**, prof. ing. **M. Bercovici**, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu**, ing. **V. Cozelciuc**, ing. **P. Dimo**, prof. ing. **C. Dinculescu**, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Herescu**, conf. ing. **N. Moldoveanu**, prof. ing. **C. Penescu**, ing. **P. Vicol**, prof. ing. **I. Vlădea**

ENERGETICA

SUMAR

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 3
MARTIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Institut. de Documentare Tehni
BUCUREȘTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА

KÖNYVTÁR-ORSZÁGOS MŰSZAKI 1883

(063)

Ședința Consiliului Central A.S.I.T. din 16 februarie 1958

În ziua de 16 februarie a. c. a avut loc ședința Consiliului Central A.S.I.T. Ședința a fost condusă de prof. dr. ing. Ștefan Bălan, vicepreședinte al Consiliului Central A.S.I.T.

La primul punct al ordinei de zi, conf. ing. Oliviu Rusu, prim-secretar al Consiliului Central A.S.I.T., a prezentat „Raportul Biroului Consiliului Central A.S.I.T. asupra activității depuse de Asociație de la Congresul al II-lea A.S.I.T. și a planului de activitate pe anul 1958".

În cadrul raportului expus, conf. ing. O. Rusu a arătat că anul 1957 a constituit, prin Congresul al II-lea A.S.I.T. o etapă importantă în activitatea Asociației, aducînd o contribuție esențială la cristalizarea obiectivelor și metodelor ei de activitate, astfel încît Asociația să-și poată dezvolta activitatea de organizare a importantelor forțe creatoare ale inginerilor și tehnicienilor, pentru a spori contribuția lor la rezolvarea problemelor tehnico-științifice ale construcției economiei socialiste.

Congresul al II-lea A.S.I.T. a constituit pentru multe organizații ale Asociației un punct de plecare pentru îmbunătățirea activității Asociației. Astfel, deși multe forțe au fost concentrate înspre pregătirea Congresului, în anul 1957 s-au ținut la filiale și cercuri 472 consfătuiri (față de 456 în anul 1956) ; 149 sesiuni și referate (față de 43) ; s-au întocmit 1 526 studii (față de 1 255) ; 700 schimburi de experiență (față de 610) ; 276 cursuri de calificare și perfecționare (față de 168) ; 656 acțiuni de asistență tehnică (față de 226) ; 80 de expoziții (față de 32) ; 63 excursii și vizite de studii (față de 12).

În Asociație au apărut totodată forme noi de activitate, care contribuie în mai mare măsură la cunoașterea și generalizarea progreselor tehnice apărute în țara noastră și anume conferințele naționale și sesiunile tehnico-științifice ale cercurilor A.S.I.T.

I. ORGANIZAREA ȘI ACTIVITATEA ASOCIAȚIEI IN ANUL 1957

1. *Cercul A.S.I.T.*

În prezent sînt organizate 1 348 cercuri A.S.I.T. : 1 115 în industrie, 233 în agricultură. În aproape 1 000 de cercuri, lucrările Congresului A.S.I.T. au fost puse în dezbaterea adunărilor generale, care au avut loc în perioada 1 iulie—30 septembrie. După cum era de așteptat, ele au stîrnit un viu interes în rîndul inginerilor și tehnicienilor din industrie și agricultură, care au participat în număr mare la adunările generale.

În general, cercurile au apreciat Rezoluția Congresului A.S.I.T. ca un îndrumar cuprinzător asupra sarcinilor ce le revin ; ca urmare, în planurile de muncă, problemele trasate de Congres apar ca preocupări principale și comune și este de așteptat că orientarea puternică a cercurilor A.S.I.T. spre rezolvarea lor va mări contribuția Asociației la dezvoltarea activității din întreprinderi.

Paralel cu aceste preocupări, cercurile A.S.I.T. au dat o atenție sporită ridicării nivelului tehnico-profesional al membrilor A.S.I.T. ; sprijinind sindicatele și conducerile întreprinderilor, ele au contribuit la ridicarea calificării și cunoștințelor tehnico-economice ale muncitorilor. Dînd urmare hotărîrii Congresului Asociației, multe cercuri au contribuit la succesul măsurilor pentru aplicarea sistemului îmbunătățit de salarizare. Astfel, de exemplu, cercul A.S.I.T. Partizanul-Bacău a participat la stabilirea categoriilor de salarizare, la justa apreciere a meseriilor, la extinderea normării tehnice, îmbunătățirea sistemului premial etc. De asemenea, acțiuni susținute pentru introducerea normelor cu motivare tehnică au fost duse la Uzina de tractoare, la Strungul, Emailul Roșu etc. Este însă criticabil faptul că astfel de preocupări nu s-au generalizat la toate cercurile A.S.I.T. precum și faptul că participarea cercurilor A.S.I.T. la consfătuirile de producție este încă redusă ; astfel, măsurile stabilite pentru a lega mai mult activitatea cercurilor A.S.I.T. de cerințele exprimate în consfătuirile de producție n-au prins încă viață. Este necesar ca în această privință C.C.S. să acorde o mai mare atenție, A.S.I.T. fiind gata să dea tot ajutorul pentru ca aceste consfătuiri să devină de un real folos activității ce se duce în scopul ridicării productivității, reducerii prețului de cost și îmbunătățirii calității.

2. *Activitatea filialelor A.S.I.T.*

În prezent funcționează filiale regionale cu 18 filiale raionale (față de 16 în 1956). Conducerea activității tehnico-științifice a cercurilor A.S.I.T. este încredințată celor 137 secții de specialitate ale filialelor. Acestea își afirmă tot mai mult competința și capacitatea în promovarea tehnicii noi și organizării superioare a producției la îndrumarea membrilor A.S.I.T. spre soluționarea practică, pe baze științifice, a cerințelor producției.

În activitatea filialelor se remarcă acțiuni de însemnătate pentru întreaga economie a țării, cum a fost consfătuirea de la Hunedoara pentru îmbunătățirea cocsului metalurgic fabricat din cărbuni de Valea Jiului și stabilirea de soluții pentru creșterea cantității, o dată cu obținerea unui cocs cu calități superioare, pentru a putea fi folosit în furnalele mari. De asemenea consfătuirea organizată de filiala Valea Jiului asupra spălării cărbunilor a stabilit concluzii care au fost însușite de Ministerul Minelor și trasate ca sarcini prin ordin ministerial.

Filialele au dat și în acest an o deosebită atenție ridicării nivelului tehnico-științific al inginerilor și tehnicienilor, folosind forme organizate cum sînt : cursurile de cromatografie urmate de 200 ingineri și chimiști, cursurile de radiotehnicieni absolvite de 125 cursanți, în majoritate tineri și un curs pentru apicultori, cu scoatere din producție pe 10 zile, organizate la București ; cursurile de desen tehnic ; cursurile pentru electricieni, controlori de calitate, radio-tehnicieni, apicultori organizate la Timișoara; pentru desenatori, bobinatori, tehnicieni specialiști în mașini

şi aparate electrice şi pentru ingineri agronomi, la Craiova; cursurile de desen şi economie, organizate la Oradea în limbile romînă şi ungară etc.

Pe lîngă cursuri, au continuat să se organizeze cicluri de conferinţe pe teme mai vaste, cum au fost cele privind metodele fizico-chimice de analiză; de organizare a producţiei în metalurgie; de automatizare etc. organizate la Cluj; expunerea concluziilor conferinţei internaţionale de la Berlin în problema tipizării construcţiilor; folosirea energiei nucleare în scopuri paşnice, organizate la Bucureşti etc.

Progresul realizat în activitatea Asociaţiei după Congres apare limpede şi de aceea lipsurile care mai există ies în evidenţă: comitetul filialei Stalin nici după Congres nu a reuşit să lărgească cercul celor care activează voluntar la comitetul filialei în regiune, astfel încît activitatea în ultima vreme este în regres. In multe regiuni unele secţii de specialitate corespunzător unor ramuri dezvoltate din acele regiuni nu activează. Acesta este cazul secţiilor de construcţii din regiunea Hunedoara şi Bacău; al secţiilor de silvicultură de la Bacău şi Suceava; al secţiei de chimie de la Oraşul Stalin etc. Sînt, de asemenea, numeroase cercurile, unele chiar din întreprinderi mari, care nu duc o activitate satisfăcatoare şi din cauză că filialele nu au luat măsurile corespunzătoare. Din această cauză, o scădere se simte la numărul conferinţelor ţinute la filialele şi cercurile A.S.I.T. din regiunile Timişoara, Regiunea Autonomă Maghiară, Ploeşti etc., astfel încît pe Asociaţie numărul lor a scăzut la 4 500 de la 6 494 în 1956.

Problema se pune cu greutate şi în ce priveşte cercurile A.S.I.T. din agricultură, care duc o activitate restrînsă, de multe ori sporadică, izvorîtă mai mult din sarcinile primite de la secţiile filialelor sau secţia centrală şi mai puţin dintr-un plan propriu de muncă. Aceasta se datoreşte în primul rînd faptului că membrilor Asociaţiei din cercurile raionale nu li s-a asigurat posibilitatea să se întîlnească pentru a discuta problemele Asociaţiei. La o slabă activitate contribuie şi faptul că anumite organe agricole, cele de la regiuni, în special, nu s-au obişnuit să vadă în acţiunile întreprinse de Asociaţie posibilităţi de rezolvare a problemelor complexe agricole.

3. *Activitatea depusă la Consiliul Central A.S.I.T.*

a) Secţiile de specialitate. După Congresul al II-lea A.S.I.T. activitatea secţiilor de specialitate s-a îmbunătăţit; pe lîngă o creştere a volumului activităţii au apărut şi forme noi de activitate.

In această perioadă, în afară de lucrările prezentate în Congres, comitetele secţiilor de specialitate ale Consiliului Central au organizat: 37 consfătuiri (27 în 1956); 38 conferinţe (65 în 1956); 8 schimburi de experienţă (8 în 1956); 3 expoziţii (0 în 1956) etc. Ca şi în trecut, de cea mai mare importanţă în activitatea secţiilor de specialitate au fost consfătuirile, la care au fost puse în dezbatere probleme de mare însemnătate ale economiei naţionale.

Pe această linie merită a fi subliniată Conferinţa tutunului la care, pentru prima dată, în număr mai mare au participat la discuţii şi cu referate specialiştii din ţările de democraţie populară, în special din R. P. Bulgaria. Conferinţa a stabilit un program principial de activitate care urmăreşte îmbunătăţirea calităţii şi productivităţii la hectar, pornind de la zonarea riguroasă a culturii tutunului.

Cea mai importantă manifestare a secţiilor de specialitate ale Consiliului Central A.S.I.T. merită să fie considerată Conferinţa Electricienilor (Bucureşti, noiembrie 1957) care a constituit o trecere în revistă a realizărilor tehnico-ştiinţifice obţinute, în principal, în producţia din ultima vreme. Conferinţa Electricienilor a dovedit deplina maturitate profesională a electricienilor noştri.

De asemenea, merită a fi remarcată a doua Conferinţă a Industriei Uşoare (Bucureşti, 11—13 decembrie 1957), în care s-au prezentat realizările înfăptuite din 1953 (data primei conferinţe). Printre cei peste 700 participanţi s-au numărat şi delegaţi ai societăţilor ştiinţifice din ţările prietene. Din conferinţă a reieşit că realizările şi nivelul cunoştinţelor tehnice şi ştiinţifice ale colectivelor din întreprinderi şi institute au crescut simţitor, ajungînd să cuprindă în cea mai mare parte problemele de tehnică nouă ale industriei uşoare dezbătute, în prezent, pe plan mondial.

In activitatea trecută a secţiilor de specialitate se remarcă însă că deşi există tendinţe de îmbunătăţire, legăturile dintre secţiile de specialitate ale Consiliului Central şi secţiile de specialitate ale filialelor sînt încă slabe. Unele dintre secţiile de specialitate au început să ţină o legătură directă de lucru cu secţiile de specialitate ale filialelor, cum sînt secţiile ştiinţelor agricole, construcţii, energetică, silvicultură; la majoritatea secţiilor însă legăturile se menţin în mod sporadic.

Se întîmplă uneori, şi nu este just, ca secţii de specialitate ale Consiliului Central să preia spre rezolvare probleme care ar reveni în mod firesc filialelor. Această practică trebuie lichidată; secţiile centrale trebuie însă să urmărească problemele filialelor şi să sprijine substanţial realizarea lor pentru a întări conducerea activităţii tehnico-ştiinţifice a filialelor şi prin ele a cercurilor A.S.I.T. din întreprinderi.

b) Publicaţiile A.S.I.T. In 1957 în redacţia A.S.I.T. au apărut 15 reviste tehnice. Pentru prima dată au apărut revistele: „Automatica şi Electronica" şi „Telecomunicaţii", bine primite de oamenii de specialitate. Ca volum ele însumează 7 536 pagini, corespunzînd la circa 19 000 pagini de manuscris. Tirajul lor total a atins în 1957 un număr de 33 400 exemplare, din care 29 200 merg la abonaţii din ţară, 1 800 la filiale şi colaboratori ca gratuităţi, circa 600 se vînd cu bucata, iar restul de aproape 1 800 îl constituie vînzările şi schimburile cu străinătatea.

Intrată în al patrulea an de apariţie, gazeta „Tehnica Nouă", organul central al Asociaţiei, apărută cu regularitate, săptămînal, într-un tiraj de 30 0000 exemplare, a găsit forme mai variate de a prezenta tehnica nouă prin publicarea unor materiale vii, atacînd probleme cu concluzii pentru practică.

In gazetă ca şi în revistele tehnice, apare evidentă lipsa de materiale critice. Publicaţiile nu trebuie numai să informeze, ci să şi îndrumeze, să lupte pentru înlăturarea practicilor învechite, a soluţiilor tehnice necorespunzătoare. Evident, critica trebuie să atace probleme tehnice şi de organizare a producţiei; pornind de la specialişti, ea trebuie să fie constructivă, dînd şi soluţiile cele mai corespunzătoare pentru remedierea situaţiei criticate. Spre astfel de materiale trebuie să ne îndreptăm atenţia, fiind siguri că în acest mod vom sprijini mult mai eficace şi mai direct producţia.

La Lexiconul Tehnic Romîn în cursul anului 1957 au apărut volumele I şi II (pînă la literele Bk), s-a definitivat manuscrisul literei B (circa 95 coale), care a fost trimis la tipar şi s-au elaborat toţi termenii literei C (circa 260 coale).

c) Biroul Consiliului Central A.S.I.T. In şedinţele sale, Biroul a dezbătut numeroase probleme, în special cele privind organizarea activităţii după Congres. Astfel, Biroul Consiliului Central a publicat Rezoluţia Congresului şi Statutul Asociaţiei; el a stabilit, de asemenea, măsuri privind publicarea lucrărilor Congresului, a organizat munca sa şi a colectivelor Biroului pentru aducerea la îndeplinire a sarcinilor trasate de Congres.

Pentru o tratare mai cuprinzătoare a problemelor activităţii Asociaţiei, Biroul Consiliului Central a format o serie de comisii care să studieze problemele şi să facă propuneri Biroului Consiliului Central sau Consiliului Central pentru rezolvare.

In activitatea sa Biroul Consiliului Central s-a preocupat de întărirea legăturilor cu societăţile tehnico-ştiinţifice din străinătate şi a numit delegaţii trimise în străinătate la congrese sau în schimburi de experienţă. Notăm în mod deosebit vizita unei delegaţii a Biroului Consiliului Central în Uniunea Sovietică, compusă din prof. Tudor Tănăsescu, prof. Al. Romanovici, prof. dr. S. Crişan, ing. E. Caragheorghe şi conf. ing. O. Rusu. Delegaţii Biroului Consiliului Central au studiat timp de două săptămîni organizarea şi activitatea societăţilor tehnico-ştiinţifice din U.R.S.S şi au prezentat Biroului concluzii care, însuşite,

au fost folosite pentru a stabili măsuri pentru îmbunătățirea muncii în cadrul Asociației.

Asociația, prin 31 delegați, a participat la 20 conferințe și întîlniri în străinătate, prezentînd la unele referate (la sesiunea de la Belgrad a Conferinței Mondiale a Energiei; la sesiunea de la Moscova a Comitetului Electrotehnic Internațional) etc. Așa cum s-a arătat, au participat 34 delegați din partea societăților tehnico-științifice din țările prietene. La Consiliul Central A.S.I.T. s-au primit, de asemenea, 13 vizite ale unor delegați ai societăților științifice din U.R.S.S., R. Cehoslovacă, R.P.P., R.P.U., Grecia, Anglia, Argentina, Chile, Finlanda și Siria.

Legăturile Asociației cu organizațiile tehnico-inginerești din alte țări devin o preocupare importantă; ele contribuie atît la rezolvarea unor probleme tehnico-științifice care ni se pun și la cunoașterea activității asociațiilor inginerești de peste hotare, cît și la cunoașterea realizărilor regimului nostru democrat-popular dincolo de granițele țării.

În scopul întăririi colaborării între organizațiile tehnico-inginerești din țările socialiste, la inițiativa Camerei Tehnice din R.D.G., secretarii generali ai societăților tehnico-științifice din țările socialiste s-au întrunit la Berlin și au stabilit un plan de măsuri. Acesta prevede colaborarea permanentă între societățile științifice tehnico-inginerești în ce privește organizarea de conferințe și consfătuiri cu caracter internațional sau conferințe naționale cu participări din țările prietene.

Pînă în prezent Asociația noastră s-a afiliat la unele organizații internaționale ca World Power Conference, CIGRE, Comission Electrotechnique Internationale, Union de Chimie Pure et Appliquée etc.

În preocupările sale, Biroul Consiliului Central A.S.I.T. a dat atenție cerințelor manifestate de delegații la Congres, care au cerut ca Asociația să se preocupe mai mult de problemele membrilor A.S.I.T. În acest scop s-a urmărit continuu îmbunătățirea revistelor și difuzarea lor cu abonamente sub prețul de cost pentru ingineri și tehnicieni; biblioteca Asociației a fost îmbogățită și pusă în situația să împrumute membrilor și cercurilor A.S.I.T. din întreaga țară lucrări de mare valoare; a fost înlesnită vizitarea unor importante lucrări tehnico-științifice de numeroși ingineri și tehnicieni, ca de exemplu reactorul nuclear care a fost vizitat de peste 700 membri ai Asociației; pe lîngă delegații trimiși direct de Asociație, s-a intervenit la ministere obținîndu-se trimiterea în schimburi de experiență, în călătorii de studii, la congrese în străinătate a numeroase grupuri de ingineri și tehnicieni.

Trecerea sumară în revistă a realizărilor obținute în anul 1957 arată urmările favorabile ale Congresului al II-lea A.S.I.T. asupra activității Asociației. Ele vorbesc însă de munca neobosită, dezinteresată, pe care sute și mii de membri ai Asociației au dus-o ca organizatori ai activității tehnico-științifice și la lucrările Asociației. În activitatea colectivă a Asociației, inițiativa și aportul personal al unor membri A.S.I.T. au fost de mare importanță.

II. PLANUL DE ACTIVITATE PE ANUL 1958

Planul de activitate al Consiliului Central pe anul 1958 s-a întocmit pe baza cuprinzătoare a lucrărilor Congresului al II-lea al Asociației, care au fost urmărite cu atenție și se oglindesc în planurile de muncă ale secțiilor de specialitate ca și în programul de activitate al Biroului Consiliului Central. Astfel, în planul de activitate al secțiilor de specialitate sînt cuprinse probleme tehnico-științifice și tehnico-economice de mare însemnătate pentru dezvoltarea unor sectoare industriale. Sînt prevăzute, de asemenea, acțiuni care să contribuie la crearea de noi materiale și buna folosire a materialelor, precum și contribuții la determinarea aplicării corecte a tehnologiei sau introducerea unei tehnologii moderne.

De o deosebită valoare tehnico-științifică și un puternic stimulent al activității de cercetare la locul de producție vor trebui să fie conferințele naționale ale secțiilor de specialitate înscrise în plan, unele avînd loc în anul 1958. Biroul Consiliului Central își propune să-și îmbunătățească și totodată să-și amplifice activitatea în anul 1958. El va dezbate, ca și pînă acum, probleme de organizare și de coordonare a activității tehnico-științifice a întregii Asociații, va îndruma activitatea comisiilor pe care și le-a stabilit, dar totodată Biroul va urmări și conduce direct organizarea unor dezbateri privind: problema standardizării, a măririi productivității muncii prin introducerea tehnicii noi etc.

O problemă de mare însemnătate de care va trebui să ne preocupăm este aceea a Conferinței Tehnice Balcanice. La puțină vreme după propunerea președintelui Consiliului de Miniștri, tov. Chivu Stoica, făcută guvernelor din țările Balcanice pentru colaborare în problemele politice și economice, președintele Camerei Tehnice din Grecia, prof. Ath. Roussopoulos, a propus convocarea unei conferințe tehnice balcanice, în scopul de a pune în dezbatere probleme tehnice și tehnico-economice ale țărilor din Peninsula Balcanică, care să contribuie la colaborarea și dezvoltarea economică a acestor țări.

Este necesar ca în cadrul Asociației să se dea cea mai mare atenție unei participări substanțiale a țării noastre la succesul unei astfel de conferințe. Întărirea colaborării dintre inginerii și tehnicienii din țările Peninsulei Balcanice va influența în mod favorabil opinia publică din aceste țări în direcția îmbunătățirii legăturilor dintre popoare, contribuind în acest fel la crearea unui climat favorabil păcii și colaborării internaționale.

*

Realizarea planului de activitate al Consiliului Central A.S.I.T. va aduce contribuții la rezolvarea unor probleme tehnico-științifice sau tehnico-economice ale economiei naționale. Paralel cu acestea va trebupi să dăm — așa cum a cerut Congresul — cea mai mare atenție întăririi organizatorice a Asociației, îndreptîndu-ne preocupările spre ridicarea nivelului activității cercului A.S.I.T. Desigur că rezolvarea acestor probleme va necesita încă multe eforturi din partea secțiilor de specialitate și comitetelor de filială; nu ne îndoim însă că vom ajunge la rezultatele pe care le dorim, generalizînd experiența cîștigată în activitatea Asociației.

Întărirea activității cercurilor A.S.I.T. nu se poate concepe fără însușirea formelor specifice și valoroase de activitate a Asociației. Este cunoscut că în special s-au impus în activitatea Asociației consfătuirile tehnico-științifice atît pe teme date cît și a celor cu caracter de sesiuni științifice, în care membrii Asociației își prezintă lucrările realizate în activitatea lor.

Că aceasta este calea a dovedit-o cercul A.S.I.T. de la Întreprinderea Independența-Sibiu, care, la îndemnul organizației de partid, a organizat în decembrie 1957 sesiunea tehnico-științifică a cercului A.S.I.T. În această reușită sesiune au fost prezentate referate cu cele mai variate preocupări: modernizarea unui cubilou, studii și încercări în vederea turnării centrifugale, influența sistemului îmbunătățit de salarizare asupra prețului de cost etc., care au suscitat atenția și au găsit întreaga aprobare a conducerii întreprinderii.

Planul de muncă pe anul 1958 răspunde problemelor celor mai însemnate care stau în fața inginerilor și tehnicienilor ca urmare a hotărîrilor partidului și guvernului, a încheierilor Congresului al II-lea al Asociației. Rezolvarea lor trebuie să fie la înălțimea condițiilor create de regimul democrat-popular activității tehnico-științifice, a cerințelor poporului muncitor față de intelectualitatea tehnică din țara noastră.

Cu acest gînd Biroul Consiliului Central se angajează să urmărească cu atenție ca rezolvarea problemelor să se facă de pe pozițiile tehnicii și științei celei mai înaintate, căutînd ca soluțiile să corespundă intereselor poporului muncitor. Biroul se angajează de asemenea să dea o și mai mare atenție punerii în valoare a realizărilor activității tehnico-inginerești și folosirii ei pentru progresul tehnicii în țara noastră, ca și problemelor și cerințelor exprimate de membrii Asociației.

*

La punctul doi al ordinei de zi, ing. C. Negoiță, secretar al Consiliului Central A.S.I.T., a prezentat „Raportul pentru convocarea adunărilor generale ale cercurilor A.S.I.T. și conferințelor filialelor".

In continuare, prof. ing. C. Dinculescu, președintele Comisiei de revizie, a prezentat „Raportul Comisiei de revizie și planul de venituri și cheltuieli al Asociației pe anul 1958", iar ing. V. Stoenescu — referatul cu privire la fixarea cotizației membrilor A.S.I.T. și la folosirea veniturilor provenite din cotizațiile individuale.

In referat se prevede ca filialele să restituie cercurilor sumele ce depășesc 50% din totalul cotizațiilor individuale pe care acestea trebuie să le încaseze, în vederea acordării de premii pentru activitatea valoroasă depusă în cadrul cercurilor. Cotizația, care se fixează conform statutului în fiecare an, este de 15 lei anual.

*

In discuțiile purtate s-au analizat rapoartele prezentate și unele aspecte importante ale muncii în cadrul Asociației. Astfel, prof. ing. D. Stănescu a arătat că în cadrul Asociației se țin numeroase consfătuiri privind probleme importante ale producției și economiei naționale. In cadrul acestor consfătuiri se adoptă rezoluții în care se prevăd o serie de măsuri pentru îmbunătățirea situației prezentate. Insă nu există o preocupare permanentă din partea secțiilor de specialitate și a Biroului Consiliului Central A.S.I.T. de a interveni pe lîngă forurile interesate pentru aducerea imediat la îndeplinire a măsurilor preconizate, fapt care ar aduce economiei naționale importante economii. In această situație se află măsurile prevăzute în rezoluția consfătuirii privind fabricarea cocsului și utilizarea lui în furnale, ținută în toamna anului trecut.

Ing. M. Grindea s-a preocupat de colaborarea ce trebuie să existe între secțiile de specialitate pentru rezolvarea unor probleme complexe. Totodată informează Consiliul Central că s-au pus bazele organizării unei sesiuni științifice a industriei ușoare în Moldova, în toamna anului 1958.

Prof. M. Manoliu s-a ocupat de planurile de muncă și a arătat că în ceea ce privește secția științelor agricole în situația actuală, cînd sectorul socialist ocupă 50,5% din suprafața agricolă a țării, se ridică o serie de probleme ca: organizarea teritoriului, întărirea gospodăriilor agricole colective, profilarea agroeconomică și probleme de economie agrară, cărora trebuie să li se acorde toată atenția. De asemenea, mecanizarea și chimizarea agriculturii capătă o aplicare mult mai largă, fapt care face necesară acordarea unei importanțe mult mai mari problemelor ridicate de introducerea acestor metode avansate.

Ing. Gelu Cahu informează Consiliul Central că la Șantierele Navale Galați a fost înființată Casa Inginerului și Tehnicianului. După ce se ocupă de problema cotizațiilor, arată diversitatea problemelor ridicate de construcțiile navale și concursul pe care trebuie să-l dea secțiile de specialitate pentru rezolvarea lor.

Ing. M. Stoica ridică problema cercurilor cu un pronunțat specific de construcții din întreprinderile Ministerului Transporturilor și Telecomunicațiilor care, după specificul lor, ar trebui să depindă de secția de construcții, iar după organizarea administrativă de secția de transporturi. După ce arată că la Cluj această problemă a fost rezolvată prin reținerea acestor cercuri la secția de construcții, prezintă dificultățile pe care le întîmpină filiala Cluj cu centralizarea planurilor tematice de inovații în scopul rezolvării temelor în condiții optime.

Prof. C. C. Georgescu a arătat importanța sectorului silvic și legătura pe care o are cu sectorul agricol.

Ing. I. Niculescu, după ce a prezentat contribuția cercurilor A.S.I.T. la rezolvarea succeselor obținute de industria petroliferă în anul trecut și a subliniat importanța colaborării între secțiile de specialitate, arată necesitatea pregătirii de pe acum a lucrărilor ce vor fi prezentate în cadrul Congresului Mondial al Petrolului.

Ing. Petre Lupu arată importanța combaterii coroziunii și necesitatea includerii acestei probleme în planul de muncă pe anul 1958.

Ing. S. Rașeev arată necesitatea unei coordonări a planurilor de muncă ale secțiilor de specialitate și constată că planul de muncă al secției petrol și gaze este prea redus, lipsind problemele privind gazele naturale.

Prof. ing. Al. Romanovici prezintă succesele obținute de sectorul agricol, însă constată că producția este încă scăzută în raport cu înzestrarea cu care este dotată agricultura. Spre această problemă trebuie să-și concentreze în primul rînd atenția cercurile din agricultură. In continuare face apel la toate secțiile de specialitate să ajute secția științelor agricole la rezolvarea problemelor complexe prevăzute în planul de muncă.

V. Rosin arată necesitatea unei mai mari preocupări pentru atragerea maiștrilor în activitatea Asociației noastre și pentru ridicarea pregătirii lor.

E. Dragnea prezintă importanța unor probleme ca: reducerea consumului de metal, reducerea rebuturilor în turnătorii, folosirea energiei atomice în scopuri pașnice și protecția muncii și cere includerea lor în planurile de muncă ale secțiilor de specialitate.

Au mai luat cuvîntul ing. V. Brudașcă, ing. T. Covalschi, prof. Gh. Vanci, ing. N. St. Dumitrescu, ing. D. Lubenescu, prof. C. Macarovici, ing. Al. Chiriței cu, ing. D. Eliade, chimist I. Drimuș, ing. N. Constantinescu, ing. Gh. Petrescu și prof. ing. Gh. Constantinescu. Ing. M. Florescu și prof. ing. St. Nădășan, vicepreședinte al Consiliului Central A.S.I.T., care nu au putut participa la ședință, au trimis observațiile în scris. De asemenea numeroși membri ai Consiliului Central au prezentat în scris problemele pe care doreau să le ridice în cadrul ședinței.

In încheierea discuțiilor, prof. dr. ing. St. Bălan subliniază caracterul patriotic al activității voluntare pe care o depun inginerii și tehnicienii în cadrul Asociației. „Astăzi, cînd se împlinesc 25 de ani de la eroicele lupte ale ceferiștilor și petroliștilor, care au dat asalt capitalismului, au luptat pentru libertate și independență — a spus vorbitorul — trebuie să avem viu în conștiința noastră trecutul glorios al muncitorilor care nu au pregetat să-și dea viața și să înfrunte, timp de ani de zile, temnițele burgheze. Datorită acestei lupte pline de abnegație a eroicei clase muncitoare, regimul democrat-popular a ajuns la putere, s-au creat condițiile în care putem dezvolta toate posibilitățile noastre, cînd putem pune toată capacitatea noastră de muncă în slujba țării și a poporului. Cadrele tehnice, urmînd exemplul luminos al clasei muncitoare, trebuie să desfășoare cu rîvnă munca organizatorică și tehnico-științifică pentru înflorirea patriei noastre, pentru pace".

*

Consiliul Central A.S.I.T. a aprobat în unanimitate activitatea pe anul 1957 și planul de muncă pe anul 1958.

621.24 : 621.311.21 (437)

Uzinele hidroelectrice şi construcţia turbinelor hidraulice în Republica Cehoslovacă

B. MATOCHA *) *şi A. MAYER* **)

Articolul cuprinde o privire de ansamblu asupra construcţiei de noi hidrocentrale în Republica Cehoslovacă şi descrie unele detalii de construcţie ale noilor realizări ale cunoscutei fabrici de turbine hidraulice ČKD Blansko (ČSR)

Cehoslovacia posedă, cu excepţia munţilor Tatra, numai masive de înălţime mijlocie. În sud-vestul Boemiei se află masivul de frontieră Šumava, din care izvorăşte rîul Vltava, care se uneşte apoi cu fluviul Labe (Elba) şi care, pînă la ieşirea de pe teritoriul statului cehoslovac, are o cădere de circa 600 m. Această cădere este folosită şi în uzinele hidroelectrice în construcţie şi în cele în funcţiune : Lipno, Kamík, Orlík, Slapy, Štěchovice, Vrané şi pe Labe (Elba) Střekov. La graniţa dintre Boemia şi Moravia, este situat un lanţ de munţi, din care izvorăsc rîul Dyje, pe care se află uzina hidroelectrică Vranov şi rîul Svratka cu uzina Vír. În provincia răsăriteană Slovacia, izvorăsc din lanţurile muntoase, dintre care cele mai însemnate sînt „Înalţii" şi „Micii" Tatra, rîul Vah şi afluenţii săi. Unul dintre cei mai importanţi afluenţi ai săi, pe dreapta, este Orava, pe al cărui curs superior s-a construit un baraj mare cu acelaşi nume. Rîul Vah curge mai întîi înspre vest, se îndreaptă apoi la Zilina către sud, spre Dunăre, în care se varsă. Căderea sa este folosită într-o serie de uzine în cascadă, unele în funcţiune, altele în construcţie, şi anume : Krpelany, Sučany, Nosice, Dubnica, Skalka, Kostolna, Nové, Město, Horna Streda, Modunica.

Din potenţialul hidroenergetic amenajabil, apreciat la 12 TWh, se folosea înainte de cel de-al doilea război mondial numai o mică fracţiune. Pînă în anul 1938, existau în total numai cinci centrale hidroelectrice cu o putere de peste 10 000 kW.

Marele avînt în construcţia centralelor termoelectrice cu abur — Cehoslovacia are o bază preţioasă de combustibili în zăcămintele de ligniţi din Vestul Boemiei şi în cele de huilă din Moravia — a antrenat şi amenajarea uzinelor hidroelectrice.

Cehoslovacia a pus în funcţiune sau are în construcţie, de la sfîrşitul războiului şi pînă în prezent, 18 uzine hidroelectrice cu puteri de peste 20 000 kW. În timp ce în perioada de timp 1918—1945, spre a ne exprima în cifre caracteristice, erau instalaţi în uzinele hidroelectrice publice numai 100 MW, cifra a urcat la 455 MW la sfîrşitul lui 1956, în timp ce alţi 485 MW sînt în construcţie.

În Republica Cehoslovacă, turbinele de apă se fabrică de către uzina de maşini Č.K.D.-Blansko. Uzina, care provine dintr-o uzină siderurgică fondată cu mai mult de 250 de ani în urmă, este echipată cu cele mai moderne maşini prelucrătoare şi poate să fabrice în prezent turbine pînă la o putere de 110 000 C.P. O turnătorie exemplar echipată dă posibilitatea unei formări şi unei turnări raţionale. Într-un laborator propriu de încercări, sub supravegherea unor ingineri experimentaţi, se supun unor numeroase încercări modelele rotoarelor turbinelor proiectate. Uzina construieşte turbine Francis, Kaplan şi Pelton şi le echipează cu noile regulatoare automate construite după invenţia prof. dr. ing. Nechleba.

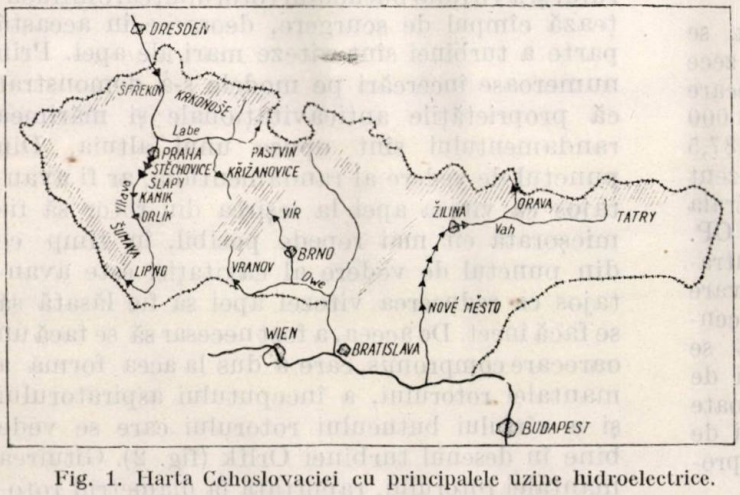


Fig. 1. Harta Cehoslovaciei cu principalele uzine hidroelectrice.

I. Dezvoltarea turbinelor Kaplan

Prima turbină Kaplan din lume s-a fabricat pe baza lucrărilor dr. ing. Viktor Kaplan, profesor la Şcoala Politehnică din Brno, în anul 1918 la Brno, în Cehoslovacia, de către fosta firmă ing. Storek. De atunci şi pînă în ziua de azi turbina Kaplan a făcut progrese importante. În folosirea turbinei Kaplan la căderi mari, industria de maşini cehoslovacă a fost printre primele din lume şi a obţinut rezultate însemnate. În anul 1938, s-a fabricat pentru uzina hidroelectrică italiană Hone un rotor

* Inginer, Uzina ČKD Blansko, Praga.
** Inginer, Reprezentanţa Comercială Cehoslovacă Bucureşti.

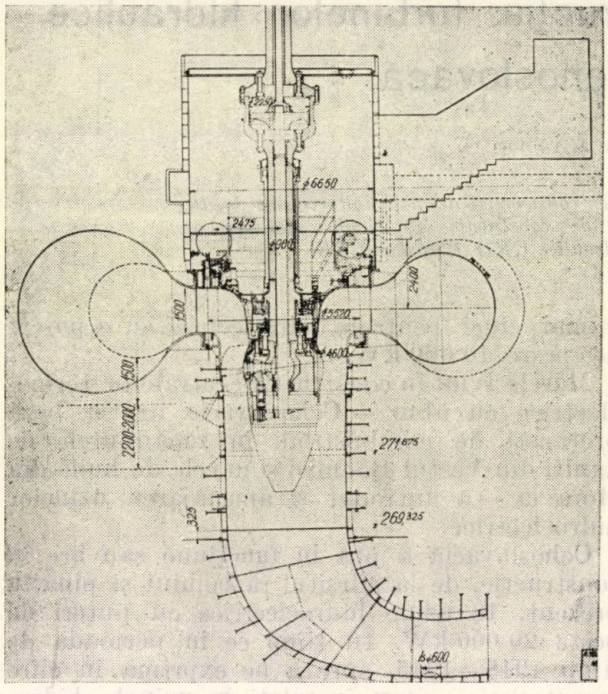


Fig. 2. Turbina Kaplan (ČKD) pentru uzina Orlik $N = 85\,000$ kW.

Kaplan cu cinci pale pentru căderea de 38 m și puterea de 25 000 CP. La data respectivă aceasta era căderea cea mai mare pe care o utiliza o turbină Kaplan. În anii următori, industria cehoslovacă a fabricat multe turbine Kaplan pentru căderi mari.

După al doilea război mondial, s-au fabricat la Č.K.D.-Blansko trei turbine Kaplan pentru uzina cehoslovacă Slapy pentru o cădere de 27—56 m, cu rotoare cu opt pale. Fiecare dintre aceste turbine are o putere de 68 000 CP, debitul maxim de 100 m³/s și turația 230,8 rot/min. Aceste turbine Kaplan cu căderea de 56 m și puterea lor sînt un unicat în construcția de turbine hidraulice.

Pentru noua uzină hidroelectrică Orlík, se construiesc turbine Kaplan cu rotoare cu zece pale, pentru o cădere de 44—70,5 m. Fiecare dintre cele patru turbine are o putere de 128 000 CP, debitul fiind de 150 m³/s și turația 187,5 rot/min. Cea mai mare cădere folosită în prezent de către o turbină Kaplan este cea din centrala franceză Bort pentru $H = 68$ m, $N = 27\,000$ CP. Această turbină lucrează însă cu o mare contrapresiune, așa încît nu se puneau spre rezolvare probleme importante de cavitație. Pentru centrala hidroelectrică Orlík, a trebuit să se execute o serie de încercări pe modele și de studii asupra fenomenelor de cavitație. Toate rezultatele s-au obținut numai prin lucrări de cercetare dificile și prin rezolvarea multor probleme de construcție și tehnice.

Randament ridicat, rapiditate specifică și capacitate de înghițire maxime și, în plus, proprietăți optime împotriva cavitațiilor. acestea sînt cerințele fundamentale ale unei turbine hidraulice. Aceste calități depind de mulți factori și de execuția diferitelor organe ale turbinei de la intrarea în camera spirală pînă la ieșirea din aspirator. Rezolvarea tuturor acestor probleme este, de aceea, foarte grea și numai o cercetare sistematică poate să conducă la un rezultat corect. Rezultatele principale ale cercetărilor teoretice referitoare la turbinele Kaplan pentru căderi mari și ale multor încercări pe modele sînt aproximativ următoarele : Din cauza cavitației, este necesar ca, pe măsură ce căderea crește, presiunea specifică pe palele rotorului să se micșoreze printr-o mărire a suprafeței totale a palei. Lungimea palei trebuie însă să fie scurtată, deoarece o lungime mare a palei duce la proprietăți hidraulice slabe. Scurtarea lungimii palei este avantajoasă însă și din punctul de vedere al rezistenței ei și al reducerii lucrului mecanic de reglaj. De aici, rezultă numai o singură cale pentru obținerea unor bune proprietăți împotriva cavitației, și anume mărirea numărului palelor. Numărul mai mare de pale atrage după sine o mărire a diametrului butucului, care este cerută de spațiul necesar pentru construcția mecanismului de reglaj al rotorului. Numărul mai mare de pale și diametrul mai mare al butucului înseamnă, desigur, că o suprafață mai mare vine în contact cu apa și, deci, pierderile hidraulice se măresc iarăși. Din această cauză randamentul turbinei se micșorează întrucîtva pe seama unei îmbunătățiri a scurgerii.

Din cauza fenomenelor de cavitație, profilele subțiri sînt mai avantajoase decît cele groase. Profilele subțiri însă sînt iarăși dezavantajoase, din cauza rezistenței micșorate a palelor rotorului. Randamentul și proprietățile cavitaționale ale turbinei sînt însă puternic influențate de condițiile de la ieșirea din rotor. Este vorba anume de forma mantalei rotorului, a începutului aspiratorului și a vîrfului butucului rotorului, care influențează cîmpul de scurgere, deoarece în această parte a turbinei sînt viteze mari ale apei. Prin numeroase încercări pe modele s-a demonstrat că proprietățile anticavitaționale și mărimea randamentului sînt opuse unul altuia. Din punctul de vedere al randamentului, ar fi avantajos ca viteza apei la ieșirea din rotor să fie micșorată cît mai repede posibil, în timp ce din punctul de vedere al cavitației este avantajos ca reducerea vitezei apei să fie lăsată să se facă încet. De aceea, a fost necesar să se facă un oarecare compromis, care a dus la acea formă a mantalei rotorului, a începutului aspiratorului și a vîrfului butucului rotorului care se vede bine în desenul turbinei Orlík (fig. 2). Gîtuirea mantalei rotorului, raportată la diametrul rotorului, este de 4%. Aspiratorul este realizat la început cilindric, cu toate că vîrful butucului

rotorului este relativ lung şi are numai o reducere treptată a diametrului.

Pe lîngă cercetările generale de principiu, în domeniul scurgerii prin spirale s-a examinat influenţa mărimii şi a formei spiralei turbinei asupra caracteristicilor turbinei. Forma clasică de spirală, care se construia pe baza legii $c_u r =$ constant, nu se mai foloseşte astăzi, deoarece scurgerea reală nu corespunde acestei legi. Scurgerea reală a apei prin camera spirală a turbinei se apropie de legea $c_u =$ const. În special, la sfîrşitul spiralei, trebuie să contăm pe o scădere a vitezelor. Mărimea spiralei influenţează randamentul în special la deschideri mari ale turbinei şi, de aceea, poate influenţa foarte nefavorabil puterea maximă garantată. Mărimea spiralei trebuie prin urmare să se aleagă corespunzător deschiderii maxime a turbinei.

O dată cu mărirea numărului de pale, apare problema lucrului mecanic de reglaj pentru mişcarea palelor rotorului. Axa de rotaţie a palei rotorului nu se poate alege în aşa fel ca lucrul mecanic de reglaj să fie minim ca în cazul palelor statorului. Repartiţia presiunilor pe suprafaţa palei în cazul unui număr mare de pale este nefavorabilă pentru lucrul mecanic de reglaj. De aceea servomotorul pentru reglarea palelor rotorului devine relativ mare, chiar cînd se foloseşte o presiune mai mare a uleiului.

Una dintre cele mai importante probleme constructive ale turbinelor Kaplan pentru căderi mari o constituie mecanismul pentru răsucirea palelor rotorului. La un număr de pale mai mare de şase nu se mai poate folosi construcţia obişnuită pînă în prezent pentru mecanismul de reglaj. Butucul rotorului trebuie executat cu un diametru cît mai mic. Valoarea minimă a diametrului butucului la un rotor cu şase pale este de 0,55 D (D este diametrul rotorului) la un rotor cu opt pale 0,60 D şi la unul cu zece pale 0,64 D. Soluţia constructivă a mecanismului din butuc impune, de aceea, constructorului cerinţe deosebite.

La turbinele Kaplan pentru căderi mari forţele axiale sînt importante şi—în consecinţă — şi solicitarea lagărului axial, ceea ce atrage după sine pierderi mai mari prin frecare. La turbina Kaplan a uzinei hidroelectrice Orlík, această problemă s-a rezolvat printr-un labirint care etanşează perimetrul exterior al rotorului faţă de capacul turbinei. Înlăturarea presiunii din spaţiul de după acest labirint s-a obţinut prin cîteva găuri de egalizare situate în corpul butucului. Prin această soluţie, s-a micşorat încărcarea maximă a lagărului axial cu 20 %.

La centralele de vîrf, care nu au un organ de închidere etanşă înaintea camerei spirale a turbinei, etanşarea palelor directrice este foarte importantă. Palele directrice se prevăd, în acest caz, cu etanşeizări cu cauciuc atît pe suprafeţele frontale, cît şi pe cele opuse acestora. Pe suprafeţele frontale, această etanşeizare este ţinută sub presiune la poziţia închisă a palelor cu apă din camera spirală, care pătrunde în spaţiul de etanşeizare. În funcţionare, această etanşeizare este descărcată de presiune.

La fabricaţie se acordă, în special, o mare atenţie calităţii rotoarelor. Palele se toarnă din oţel crom-nichel. Fusurile palelor, care au diametre mari, sînt găurite şi controlul tehnic al palelor rotorului se face cu aparatura cea mai modernă. Palele rotorului pentru turbina Orlík nu sînt turnate dintr-o bucată, ci fusurile sînt forjate şi înşurubate în palele turnate.

Turbinele Kaplan de mare cădere lucrează în exploatare cu totul sigur şi fără avarii. Turbinele cele mai mari, cu o putere unitară de 50 MW, din uzina hidroelectrică Slapy, sînt pornite zilnic de trei ori în timpul vîrfului de sarcină. Turbinele sînt în aşa fel situate faţă de bieful aval, încît ele lucrează în domeniul cavitaţiei. Cavitaţiile sînt însă suficient de departe de condiţiile critice, încît funcţionarea turbinei pentru orice nivel în aval este complet sigură, ceea ce s-a verificat prin măsurători de zgomote şi de vibraţii. După doi ani de funcţionare, nu se putea observa pe palele rotorului nici o urmă de coroziuni datorite cavitaţiilor.

II. Dezvoltarea turbinelor Francis

Încă de mulţi ani firma Č.K.D. — Blansko s-a ocupat cu construcţia de turbine Francis. În anul 1928, s-a livrat o turbină Francis cu o putere de 10 800 CP, $H = 100$ m pentru uzina hidroelectrică „Spiro". Cu această turbină, s-a obţinut un randament de 93 %. Încercările efectuate cu această turbină au constituit baza dezvoltării ulterioare de turbine Francis de puteri şi căderi mari.

Pînă în anul 1940, firma Č.K.D. — Blansko a livrat un mare număr de turbine Francis mici şi mijlocii pentru uzinele hidroelectrice cehoslovace şi străine. După cel de-al doilea război mondial, producţia de turbine Francis în Č.S.R. a crescut mult şi aceasta datorită marelui avînt în construirea de uzine hidroelectrice atît în Č.S.R., cît şi în străinătate.

O deosebită atenţie s-a acordat lucrărilor de cercetare în laboratoare de încercări. Lucrările se îndreaptă, în special, spre ridicarea randamentului şi spre obţinerea de rotoare lipsite de cavitaţii. Noi cercetăm, de asemenea, diferite forme de spirale, aspiratoare, pale fixe şi mobile. S-au efectuat încercări cu diferite profile hidraulice pentru a stabili influenţa lor asupra randamentului şi asupra fenomenelor de cavitaţie. Astfel s-a reuşit ca, prin încercări sistematice, să se determine profilele cele mai avantajoase din punct de vedere hidraulic, care au proprietăţi bune de exploatare la dimensiuni de turbină favorabile din punct de vedere economic. Pe

baza acestor cercetări, s-au elaborat opt tipuri de rotoare pentru turații specifice n_s de la 80 la 420, care merg pînă la o cădere de 450 m.

Firma Č.K.D. — Blansko a livrat un mare număr de turbine Francis de puteri și de căderi mari. În prezent, este în curs de terminare montarea a două turbine Francis pentru centrala subterană Lipno. Rotorul uneia din aceste

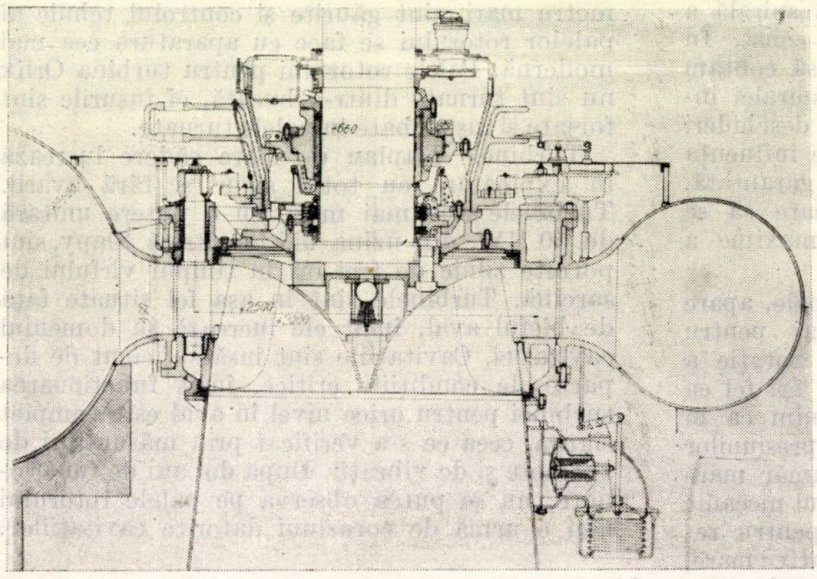


Fig. 3. Turbina Francis (ČKD) pentru uzina Lipno $N = 64\,500$ kW.

turbine a fost expus în luna mai la expoziția cehoslovacă din București. Această turbină lucrează la o cădere netă de 162 m, are o putere maximă de 90 000 CP la 375 rot/min. Rotorul (fig. 3) este turnat din oțel crom-nichel cu 13% crom și 0,8% nichel și este prevăzut la coroană și la șaiba rotorului cu inele labirint din oțel inoxidabil. Șaiba rotorului are cîteva găuri de descărcare axială, pentru micșorarea sarcinii axiale. Cuplul este transmis arborelui prin cinci buloane păsuite. Spațiul de după rotor este aerisit. Aerul este condus prin canale situate în cupla arborelui și prin golul din arborele turbinei la un ventil de reținere cu plutitor, care este ținut în poziție închisă de către un arc spiral și care se deschide numai la o anumită subpresiune. Aparatul director are 24 de pale, care sînt legate prin tije și prin pîrghii de reglaj de inelul de reglaj situat pe capacul turbinei. Acționarea inelului de reglaj se face prin intermediul a două tije reglabile de către două servomotoare.

Presetupa cu cărbune are trei inele de cărbune compuse din cîte opt părți fiecare. Lagărul de ghidaj constă într-un corp al lagărului și un cuzinet din două părți, turnat cu metal alb. Lagărul este uns cu ulei sub presiune, preluat dintr-un circuit de ulei comun cu lagărul inferior al generatorului. Deasupra lagărului turbinei, este montat un angrenaj cu roți dințate pentru acționarea unui pendul hidraulic — invenția dr. ing. Nechleba — și un rezervor pentru uleiul de reglaj al turbinei. În pendulul hidraulic, variațiile de turație produc variații de presiuni ale uleiului de comandă care este folosit pentru mișcarea comenzilor.

Variațiile presiunii depind numai de turația turbinei și nu de viscozitatea uleiului și, deci, nici de temperatura lui. Pe capacul pendulului hidraulic, este montat emițătorul tahometrului electric, a cărui scală se găsește pe pupitrul regulatorului.

Pe aspirator, sînt prevăzute două ventile de aerisire care, la închiderea bruscă a turbinei, permit intrarea aerului în aspirator și evită ruperea coloanei de apă din aspirator și lovitura de berbec asupra palelor rotorului. Ventilele sînt în așa fel dispuse, încît ele intră în funcțiune numai la închiderea rapidă a turbinei. Înaintea turbinei, la o distanță de 35 m, este montată într-o cavernă specială o vană sferică. Caverna este separată de sala mașinilor subterană printr-o închidere de siguranță.

III. Dezvoltarea turbinelor Pelton

În comparație cu turbina Francis sau Kaplan, turbina Pelton este o mașină simplă. Mecanismul ei de reglaj constă astăzi în acul injectorului și din deflector. Č.K.D. — Blansko a livrat un anumit număr de turbine Pelton pentru centralele cehoslovace și pentru export. Însușirile lor bune s-au confirmat în decursul mai multor ani de exploatare.

În prezent, Č.K.D. fabrică turbine Pelton pentru o putere de 33 MW la o cădere de 700 m și pentru o putere de 42 MW la o cădere de 455 m.

Fig. 4 arată alcătuirea constructivă a turbinei de 42 MW la 400 rot/min. Este o turbină Pelton geamănă cu ax orizontal și patru injectoare. Rotoarele sînt dispuse în consolă la cele două capete ale axului. Cele patru deflectoare sînt legate mecanic și acționate de un singur servomotor.

Fiecare dintre cele două servomotoare ale injectoarelor acționează cîte două injectoare, care aparțin unui rotor.

*

Pentru Republica Populară Romînă, firma Č.K.D. — Blansko livrează turbinele Francis pentru uzina hidroelectrică de la Bicaz, care se află în construcție și pentru alte centrale în construcție sau în proiectare. Tradiția îndelungată în construcția de turbine de apă

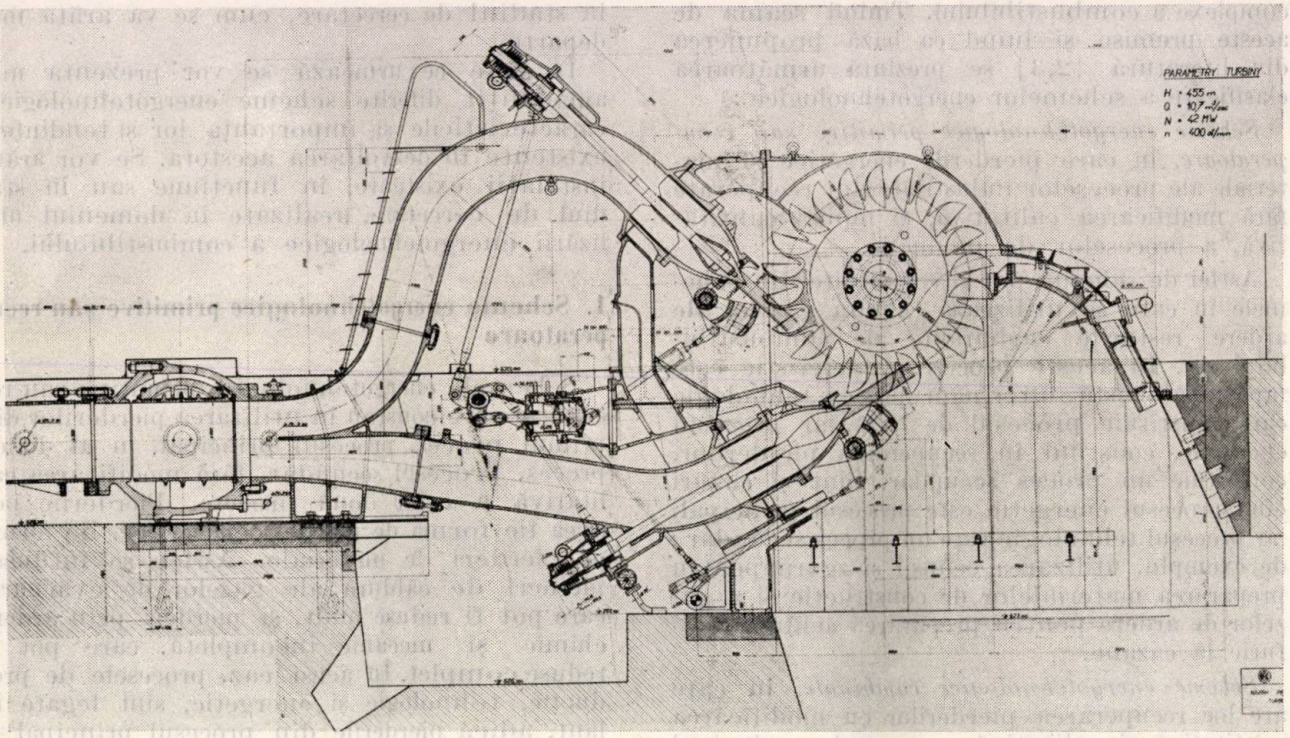


Fig. 4. Turbina Pelton (ČKD), $N = 42\,000$ kW, $r = 428{,}6$ rot/min, pentru o uzină hidroelectrică străină.

moderne, tradiția turnătoriilor de oțel cehoslovace, rezultatele laboratoarelor de cercetări și încercări în domeniul turbinelor de apă constituie premisele unei calități ridicate a produselor pentru echipamentele uzinelor hidroelectrice.

---

536 : 620.9

Tendințe moderne în folosirea complexă a combustibilului pentru scopuri energetice și tehnologice

CONST. GR. IONESCU*) București

Se definesc și se dau caracteristicile schemelor complexe pentru folosirea complexă a combustibililor pentru producerea de energie și pentru procese tehnologice.
Se prezintă ultimele realizări în acest domeniu.

Una din problemele care preocupă în mod deosebit pe energeticieni este economisirea combustibilului în industrie. În acest scop se urmărește fie îmbunătățirea schemelor existente prin mărirea randamentului instalațiilor, fie găsirea unor scheme noi care să permită realizarea acestui lucru.

În cadrul acestor preocupări s-a pus problema utilizării complexe a combustibilului, pentru realizarea proceselor tehnologice și a celor energetice.

Se știe că prin tehnologie se înțelege totalitatea cunoștințelor privind procedeele și mijloacele de prelucrare și fabricare a materialelor [10].

Prin energotehnologie vom înțelege în cele ce urmează totalitatea cunoștințelor privind metodele și mijloacele de combinare, calitativă și cantitativă, a proceselor de producție, tehnologice și energetice.

S-a încercat să se dea diferite clasificări proceselor energotehnologice, fie în funcție de natura resursei energetice și de agentul energetic de bază, fie după natura resursei energetice și ramura industrială în care se aplică [1]. S-a căutat, de asemenea, să se clasifice procesele energotehnologice după natura schemelor [2, 3], aceasta privind numai domeniul utilizării

*) Inginer proiectant, uzinele 23 August.

complexe a combustibilului. Ținînd seama de aceste premise și luînd ca bază propunerea din literatură [2,3] se prezintă următoarea clasificare a schemelor energotehnologice :

Scheme energotehnologice primitive sau recuperatoare, în care pierderile energetice și materiale ale proceselor industriale sînt recuperate fără modificarea calitativă, ci numai cantitativă, a proceselor de producție.

Astfel de scheme pot fi constituite din schemele în care se utilizează căldura gazelor de ardere, resturile carburante ale combustibilului etc. În aceste procese, caracteristic este faptul că există un singur proces tehnologic care constituie procesul de bază, iar procesul energetic, constînd în recuperarea pierderilor, constituie un proces secundar. Sînt și cazuri cînd procesul energetic este procesul principal, iar procesul tehnologic este un proces secundar ; de exemplu, utilizarea cenușii și zgurii pentru prepararea materialelor de construcție și a gazelor de ardere pentru prepararea acidului sulfuric la cazane.

Scheme energotehnologice combinate, în care are loc recuperarea pierderilor cu modificarea cantitativă și calitativă a proceselor principal și secundar. În aceste scheme procesul principal este procesul tehnologic, iar procesul energetic de recuperare este un proces secundar. Pot exista și scheme în care procesul energetic este proces principal, iar cel tehnologic — cel secundar. Caracteristic este faptul că există un singur proces principal, atît în cazul schemelor de tipul 1, cît și în cazul schemelor de tipul 2, constituite de cele mai multe ori din procesul tehnologic ; poate fi însă un singur sau mai multe procese secundare.

Scheme energotehnologice combinate, industriale, în care are loc combinarea mai multor procese principale, tehnologice și energetice, la care se adaugă unul sau mai multe procese secundare. Astfel este producerea combinată de metale, produse chimice, abur de înaltă presiune sau energie electrică, gaz cu mare putere calorifică, care se vor descrie mai departe.

Scheme energotehnologice cu recuperarea completă a pierderilor dintr-un proces. Acest caz a fost realizat în domeniul utilizării complexe a combustibilului și acum poate fi utilizat în întregime, fie numai partea organică, fie atît partea organică cît și cea minerală a combustibilului.

O deosebită importanță o are combinarea energotehnologică în metalurgie și chimie. Perfecționarea proceselor de producție în aceste domenii, prin aplicarea metodelor energotehnologice, a atins un grad înaintat, iar cercetările au condus la descoperirea unor noi metode de producție, mai înaintate, din care unele au putut fi aplicate în practică, iar altele sînt în stadiul de cercetare, cum se va arăta mai departe.

În cele ce urmează se vor prezenta mai amănunțit diferite scheme energotehnologice, caracteristicile și importanța lor și tendințele existente în dezvoltarea acestora. Se vor arăta instalații existente, în funcțiune sau în stadiul de cercetare, realizate în domeniul utilizării energotehnologice a combustibilului.

1. Scheme energotehnologice primitive sau recuperatoare

Schemele energotehnologice primitive sau recuperatoare constau în utilizarea pierderilor din primul proces, procesul principal, în al doilea proces, procesul secundar, fără modificarea calitativă a celor două procese. Pierderile pot avea fie forma de pierderi energetice, fie forma de pierderi de materiale. Astfel, se întîlnesc pierderi de căldură ale gazelor de evacuare, care pot fi reduse mult, și pierderi prin ardere chimic și mecanic incompletă, care pot fi reduse complet. În acest caz, procesele de producție, tehnologic și energetic, sînt legate în lanț, adică pierderile din procesul principal — — primul proces — sînt utilizate în procesul secundar — al doilea proces.

Randamentul procesului total η_{tot} este suma randamentului procesului tehnologic η_t și a creșterii de randament datorită recuperării pierderilor din primul proces și folosirii în procesul al doilea $\Delta\eta$:

$$\eta_{tot} = \eta_t + \Delta\eta.$$

Alegerea procentului de recuperare este limitată de considerente economice. O mărire a procentului de recuperare peste anumite limite conduce la mărirea pierderilor prin antrenare cu gazele de ardere, ceea ce are ca urmare formarea depunerilor de zgură pe suprafețele finale de încălzire, fapt ce înrăutățește transmiterea căldurii și circulația în cazan, deci duce la scăderea randamentului.

Aceste scheme sînt aplicabile în special acolo unde pierderile au valori mari. Asemenea cazuri pot fi întîlnite la recuperarea pierderilor din gazele de evacuare care au potențial termic ridicat, la utilizarea gazelor de furnal sau de cocserie, la utilizarea cenușii și zgurii pentru materiale de construcție etc.

În cazul utilizării cenușii și bioxidului de sulf din gazele de ardere de la cazane, procesul principal este un proces energetic, iar procesul secundar este un proces tehnologic. Aceste scheme sînt aplicate acolo unde recuperarea nu necesită investiții mari, cum este utilizarea cenușii și zgurii pentru materiale de construcții, producerea și utilizarea gazului de furnal și de cocs etc.

Cînd gazele de ardere au potențial redus și pierderile prin antrenări sînt importante, sînt

necesare cazane recuperatoare voluminoase, deoarece transmisia căldurii se înrăutățește. Tirajul mărit la instalații de capacitate mai mare duce la mărirea depunerilor formate. Utilizarea unor cazane recuperatoare de putere mare devine neeconomică.

De aceea, aplicarea schemelor energotehnologice primitive nu este întotdeauna economică și, în multe cazuri, pentru a înlătura deficiențele amintite, vor trebui să se intensifice procesele primitive și să se treacă la alte scheme. În metalurgie, aplicarea acestor scheme duce la mărirea importantă a randamentelor. Astfel, randamentul tehnologic al unui furnal este de 55%, iar creșterea de randament datorită producerii gazului de furnal este 30 — 35%, ceea ce conduce la randamentul total al furnalului de 85 — 90%. Îmbunătățiri ale randamentului s-au obținut prin aplicarea acestor scheme la cuptoare de cocsificare și la cuptoare metalurgice [4].

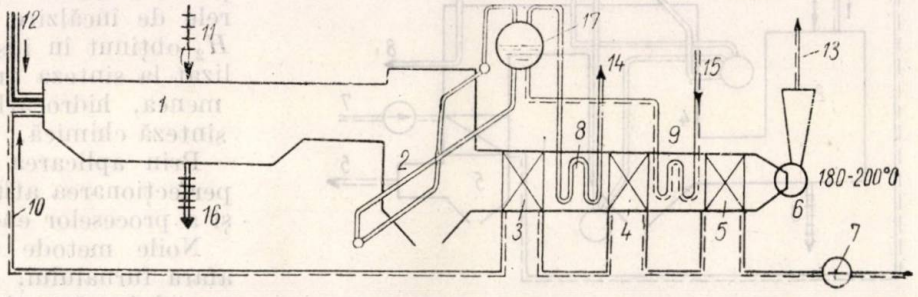


Fig. 1. Combinarea energotehnologică la topirea metalelor neferoase.
1 — camera de ardere a cuptorului; *2* — ecran de radiație; *3, 4, 5* — trepte de preîncălzire a aerului; *6* — ventilator de gaze; *7* — ventilator de aer; *8* — supraîncălzitor de abur; *9* — economizor de apă; *10* — aer; *11* — minereu; *12* — combustibil; *13* — gaze de ardere; *14* — abur; *15* — apă; *16* — zguri metalurgice; *17* — cazan de abur.

Schemele energotehnologice primitive nu constituie un stadiu nou în tehnică, ci numai deschid căi de utilizare rațională a combustibilului.

Aplicarea lor este limitată de investițiile necesare, de randamentele reduse ale agregatelor componente, de dificultățile de mărire a procentului de recuperare și de exploatarea dificilă a instalațiilor la puteri mari.

2. Scheme energotehnologice combinate

S-a arătat că schemele energotehnologice combinate se caracterizează prin modificarea cantitativă și calitativă a procesului. Cea mai răspîndită metodă de realizare a combinării energotehnologice constă în intensificarea proceselor, ceea ce constituie o transformare calitativă față de schemele energotehnologice primitive.

Ca exemplu, se consideră combinarea energotehnologică la un cuptor de topire a metalelor neferoase (fig. 1).

Cazanul recuperator este instalat înaintea recuperatoarelor de aer ale cuptorului, în zona de radiație. În această zonă se instalează un ecran pentru granularea zgurii. Prin aceasta se intensifică procesul de ardere în cuptor, ceea ce are ca urmare mărirea randamentului tehnologic al acestuia și face posibilă mărirea solicitării termice a cuptorului. Se intensifică de asemenea schimbul de căldură în cazan, ceea ce permite mărirea puterii cazanului și a parametrilor aburului. Prin obținerea unei granulații mai fine a zgurii, datorită răcirii prin radiație sau prin introducerea evacuării zgurii în stare lichidă, se reduc antrenările prin gazele de ardere, ceea ce face posibil să se înlocuiască recuperatoarele ceramice cu cele metalice (și acestea să se monteze după cazan), să se mărească stabilitatea funcționării prin reducerea depunerilor de zgură pe suprafețele de încălzire și să se facă posibilă utilizarea combustibililor inferiori pulverizați. Recuperatoarele metalice răcesc gazele de ardere mai mult ca cele ceramice și au randamente mai mari.

În cazul schemei din fig. 1, solicitările termice pot fi mărite de zece ori față de schema recuperatoare în care cazanul recuperator este amplasat după recuperatoarele de aer, gazele de ardere pot fi răcite pînă la 180. . . 200°C, aerul insuflat poate fi încălzit pînă la 800 ... 900°C, se pot produce 800 — 900 kg abur sau 160 — 200 kWh la o tonă de oțel topit [15]. În această schemă este posibilă utilizarea combustibililor inferiori pulverizați, față de celelalte scheme care necesită folosirea de combustibili superiori. Deși intensificarea proceselor duce la mărirea pierderilor prin ardere incompletă, creșterea de randament datorită intensificării proceselor și măririi puterii depășește aceste pierderi, deci rezultă în fond o creștere a randamentului total.

În industria nichelului și a cuprului și în metalurgia metalelor neferoase, folosirea combinării energotehnologice permite să se mărească randamentele reduse ale cuptoarelor, care sînt foarte scăzute.

În fig. 2 este reprezentată schema în care se ard minereuri de sulf în focare ciclon. Prin aplicarea acestei scheme se soluționează problema utilizării minereurilor de sulf sărace și a utilizării căldurii degajate la arderea piritelor de sulf nefolosite pînă acum. Se pot obține 800 — 1 200 kg abur la o tonă de acid sulfuric, iar gradul de separare a zgurii în focarul ciclon atinge 90% [15].

O altă formă de combinare energotehnologică este trecerea de la răcirea simplă la răcirea cu vaporizare, dar aceasta necesită epurarea apei,

pentru a împiedica formarea depunerilor de piatră. La cuptoarele cu cămaşă de apă s-au introdus camere de completare a arderii, în care se insuflă aer preîncălzit cu căldura re-

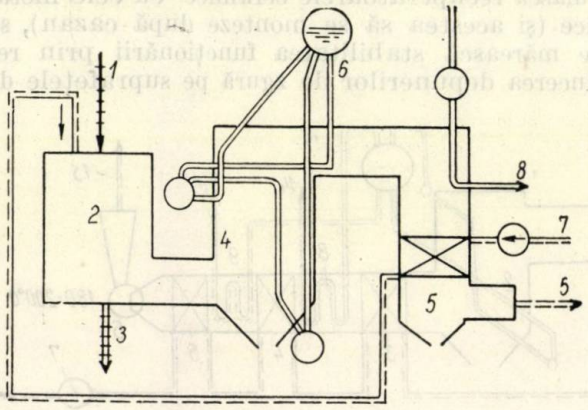


Fig. 2. Combinarea energotehnologică în industria sulfului cu utilizarea focarului ciclon :

1 — pirită ; *2* — focar ciclon ; *3* — zgură lichidă ; *4* — cameră de completare a arderii ; *5* — evacuarea oxizilor de sulf ; *6* — cazan recuperator ; *7* — aer ; *8* — abur.

cuperată de la răcirea zgurilor. Aceasta intensifică de asemenea procesul de ardere şi circulaţia gazelor în cuptor [4].

Alimentarea furnalelor cu aer cu temperaturi înalte se realizează prin combinarea proceselor de preîncălzire şi comprimare cu ajutorul turbinelor de gaze, aer sau mercur. Se obţine astfel o creştere a randamentului de 40 — 45% pentru turbinele cu gaze şi aer şi de 75% pentru turbinele cu mercur, faţă de schema separată de încălzire cu gaze şi de comprimare cu turbine cu abur a aerului [1, 5]. Se obţine, de asemenea, reducerea consumului de combustibil de 1,5 ori.

Turbinele cu gaze se utilizează cînd se pot folosi gazele de furnal ca resurse energetice pentru ardere, cu scopul de a elimina pierderile prin conductele de aer lungi de la centrală la furnal, cînd turbina cu gaze se poate instala lîngă furnal [5].

Mergînd mai departe, sînt de semnalat încercări de termoficare a proceselor la temperaturi înalte, adică de producere de energie electrică şi livrare de căldură proceselor industriale la temperaturi înalte de ordinul 700 . . . 1 500°C. Pentru aceasta se utilizează turbine cu gaze, cu aer şi cu mercur, cu condensatoare de aer [1]. Aplicarea termoficării proceselor la temperaturi înalte duce la o creştere mare a radamentului producerii de căldură şi energie electrică.

3. Scheme energotehnologice combinate industriale

În aceste scheme există mai multe procese tehnologice principale. În procesele arătate pînă acum exista un singur proces principal, care era fie cel tehnologic, fie cel energetic.

În fig. 3 se dă o astfel de schemă în care are loc combinarea producţiei de fontă, oţel, gaze carburante, amoniac şi etilen. Prin combinarea producţiei se poate mări randamentul cu 40 — 70% şi se poate micşora consumul de combustibil de 1,5 ori [1].

În schema din fig. 3 gazul de cocs produs în cuptorul de cocsificare *2* este descompus prin reducerea H_2, apoi este trimis la cuptoarele de încălzire a metalului şi de laminare. H_2 obţinut în instalaţia de reducere este utilizat la sinteza amoniacului. Se obţin, de asemenea, hidrocarburi etilenice şi produse de sinteză chimică.

Prin aplicarea acestor scheme s-a realizat perfecţionarea atît a proceselor tehnologice, cît şi a proceselor energetice.

Noile metode de preparare a oţelului în afara furnalului, prin topirea metalului şi minereului măruntit în formă de pelicule fine, micşorează mult consumul de combustibil şi permite utilizarea combustibililor inferiori şi a minereurilor sărace neutilizate pînă acum. Se obţine astfel perfecţionarea procesului tehnologic de preparare a oţelului şi este posibilă utilizarea combustibililor inferiori în instalaţiile metalurgice care de obicei consumă combustibili superiori [3]. Se pot produce şi diferite produse industriale ca : produse chimice,

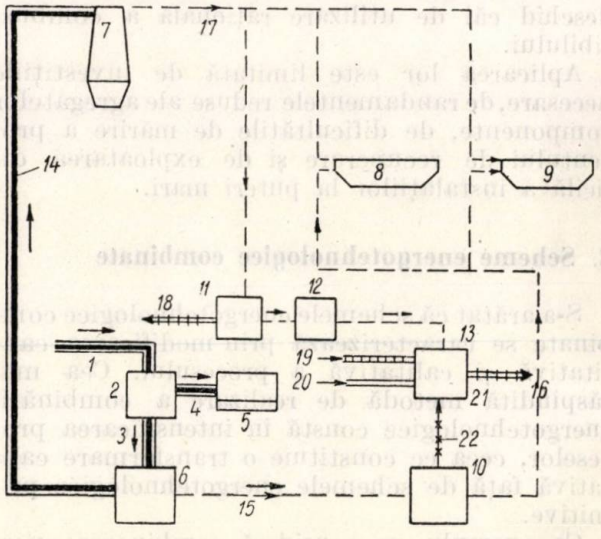


Fig. 3. Schemă energotehnologică industrială de preparare a metalelor, amoniacului sintetic, produselor de sinteză chimică şi a energiei electrice :

1 — cărbune brut ; *2* — cuptor de cocsificare ; *3* — cărbune îmbobilat ; *4* — deşeuri de la îmbobilare ; *5* — centrală electrică cu deşeuri de la îmbobilare ; *6* — separarea gazului de cocserie ; *7* — furnal ; *8* — cuptor Martin ; *9* — cuptor de laminare ; *10* — reductor de gaz de cocs ; *11* — fabricarea produselor de sinteză chimică ; *12* — curăţitor de N_2 ; *13* — fabricarea de amoniac sintetic ; *14* — cocs ; *15* — gaz de cocs ; *16* — gaz de cocs redus ; *17* — gaz de furnal ; *18* — produse de sinteză ; *19* — energie electrică ; *20* — abur ; *21* — amoniac sintetic ; *22* — produse hidrogenate.

metale, materiale de construcţie, acid sulfuric, energie electrică şi căldură etc., realizînd o foarte mare eficacitate a procesului de producţie şi reducere de investiţii.

4 Scheme energotehnologice cu recuperare completă

a) *Scheme cu distilare termică lentă a cărbunelui.* Prin distilare termică se înțelege modificarea structurii chimice a unei substanțe complexe, prin încălzirea ei și obținerea substanțelor volatile [10]. În mod obișnuit aceasta se realizează cu ajutorul gazogenelor.

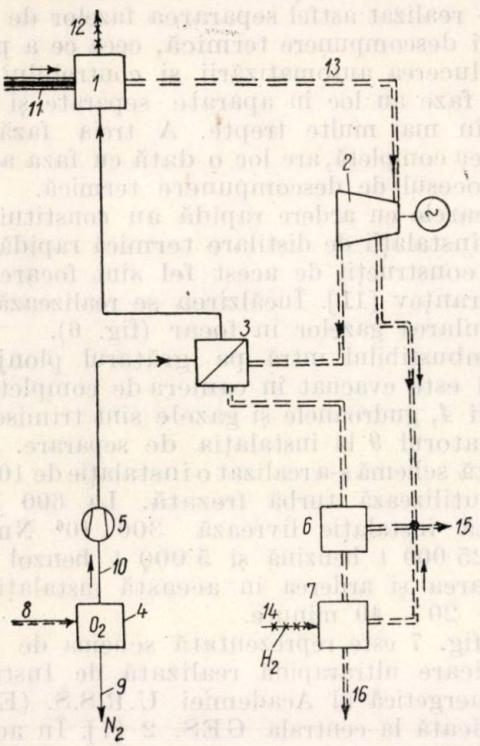


Fig. 4. Schema teoretică de producere a energiei electrice, produselor chimice de sinteză și gazelor carburante, la distilarea termică lentă a combustibilului: *1* — gazogen; *2* — turbină cu gaze; *3* — schimbător de căldură; *4* — aparat pentru producerea oxigenului; *5* — compresor; *6* — separator de gudroane; *7* — aparat de sinteză chimică; *8* — aer; *9* — azot; *10* — oxigen; *11* — combustibil; *12* — zgură; *13* — gaze; *14* — hidrogen; *15* — produse hidrogenate, gudroane, gaze; *16* — gaze carburante.

Cuplarea instalațiilor de gazogene cu focarele de forță nu este posibilă din următoarele motive: distilarea termică în gazogene se efectuează încet, gazogenele au debite și randamente foarte mici; instalațiile sînt voluminoase; sînt necesare condiții sanitare grele, din cauza apelor reziduale nocive; exploatarea este dificilă; nu sînt posibile reglarea automată și controlul proceselor; necesită aparataj de măsură complicat. Din această cauză, gazogenele au putut fi cuplate numai cu motoare Diesel mici.

Această formă de distilare, care se desfășoară cu viteze mici, constituie distilarea termică lentă și se caracterizează prin faptul că procesele de încălzire și degajare a substanțelor volatile nu pot fi separate.

Cînd distilarea termică are loc cu viteze mari, avem distilarea termică rapidă. Acest caz se va analiza mai departe.

S-a încercat să se introducă gazogene în instalațiile de forță cu turbine cu gaze de puteri mici, care au randamente slabe. Utilizarea gazogenelor în acest caz este posibilă numai dacă se face utilizarea complexă a combustibilului pentru producerea de energie electrică, gaze carburante, gudroane, produse de sinteză, deoarece prin această formă de producție combinată se utilizează complet partea organică a combustibilului. Acest lucru permite să se îmbunătățească mult randamentul producției combinate.

În fig. 4 este reprezentată o astfel de schemă [14].

Gazul produs în gazogenul *1* intră în turbina *2*, de unde, după ce preîncălzește aerul în recuperatorul *3*, trece la instalațiile de separare a gudroanelor *6* și de sinteză chimică *7*, unde este hidrogenat. Produsele hidrogenate, amoniac, etilen, ies prin *15*, iar restul gazelor carburante merg prin *16*, spre a fi utilizate la ardere.

În gazogen se insuflă oxigen preparat în aparatul *4* și comprimat cu compresorul *5*.

Instalația prezintă elasticitate în exploatare, putînd trece de la producția predominantă de energie electrică, la producția predominantă de produse de sinteză sau la producerea combinată de energie electrică și produse de sinteză.

Cînd predomină producția de gaz și produse chimice, se cuplează aparatul de producere a oxigenului și se produce oxigen, ceea ce accelerează arderea, iar producerea de energie electrică se poate reduce la acoperirea consumului de energie electrică pentru serviciile interne și ale aparatului de preparare a oxigenului.

Cînd predomină producția de energie electrică, se decuplează aparatul de producere a oxigenului 4 și în gazogen se insuflă aer curat. Din cauza procentului mare de azot, puterea calorică a gazului, în raport cu puterea calorică

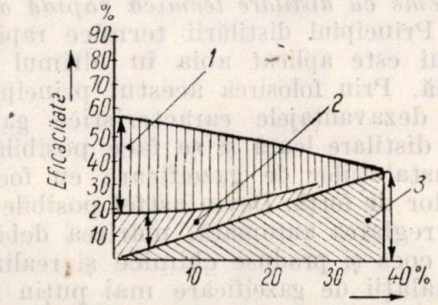


Fig. 5. Eficacitatea combinării producției de produse chimice de sinteză, energie electrică și gaze carburante, la distilarea termică lentă a combustibilului.
1—gazeificare pură; *2*—producție de produse chimice; *3*—producție de energie electrică pură.

a combustibilului inițial, față de cazul în care s-a cuplat aparatul de preparare a oxigenului, se reduce, iar gazul este utilizat în special pentru destinderea în turbină.

În cazul producerii combinate se insuflă în gazogen aer îmbogățit cu oxigen.

Variația randamentului, la trecerea de la producerea separată de energie electrică sau gaze și produse de sinteză la producerea lor

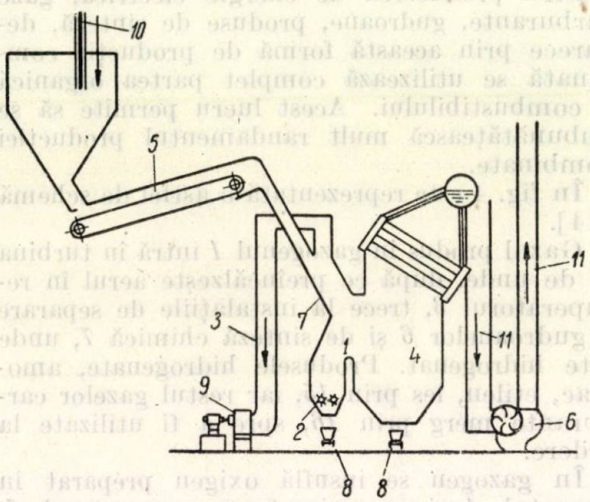


Fig. 6. Schema distilării termice rapide a cărbunelui pentru obținerea de abur și produse chimice, realizată de Pomerantev.

1 — focar cu ardere rapidă; *2* — moară de zgură; *3* — evacuarea produselor chimice; *4* — cameră de completare a arderii; *5* — uscător cu bandă; *6* — ventilator de tiraj; *7* — grătar plonjor în trepte; *8* — evacuarea zgurii; *9* — ventilator de evacuare a amestecului de gaze și gudroane; *10* — cărbune brut; *11* — gaze de ardere.

combinată, este dată în fig. 5. Se constată că eficacitatea folosirii combustibilului crește în măsura gradului de combinare.

Schema cu distilare termică lentă din fig. 4, cu toate avantajele ei, are un domeniu limitat de aplicare, din cauza puterilor mici care pot fi instalate și a celorlalte dezavantaje ale gazogenelor. Pentru a elimina aceste dezavantaje, s-a introdus principiul descompunerii termice rapide, care va fi expus în cele ce urmează.

b) *Scheme cu distilare termică rapidă a cărbunelui.* Principiul distilării termice rapide a cărbunelui este aplicat abia în ultimul timp în tehnică. Prin folosirea acestui principiu se înlătură dezavantajele caracteristice gazogenelor cu distilare lentă și se face posibilă cuplarea instalațiilor de gazeificare cu focarele instalațiilor de forță. Devin astfel posibile controlul și reglarea automată, mărirea debitului de gaze, cocs și produse chimice și realizarea unor instalații de gazeificare mai puțin voluminoase. Acestea conduc la investiții mai reduse. Instalații de gazeificare rapidă pot fi utilizate la alimentarea instalațiilor de forță și fac posibilă folosirea completă atît a părților organice, cît și a celor minerale ale cărbunelui.

În cazul unei viteze mari de desfășurare a procesului, distilarea termică, care este un proces complex, se separă în mai multe procese componente, care nu sînt diferențiate la distilarea termică lentă [6], și anume:

— încălzirea ultrarapidă, în care se degajă în mod normal substanțele volatile cu puterea calorică egală cu 10 — 15%, și excepțional sub 10%, și care are loc pînă la 450 . . .550°C;

— descompunerea termică în care are loc degajarea compușilor volatili cu putere calorică egală cu 70 — 90% din puterea calorifică totală a substanțelor volatile;

— degazarea completă, în care are loc eliminarea restului de produse volatile.

S-a realizat astfel separarea fazelor de încălzire și descompunere termică, ceea ce a permis introducerea automatizării și controlului. Cele două faze au loc în aparate separate, și eventual în mai multe trepte. A treia fază, degazarea completă, are loc o dată cu faza a doua în procesul de descompunere termică.

Focarele cu ardere rapidă au constituit primele instalații de distilare termică rapidă. Primele construcții de acest fel sînt focarele lui Pomerantev [11]. Încălzirea se realizează prin recircularea gazelor în focar (fig. 6).

Combustibilul intră pe grătarul plonjor *7*, cocsul este evacuat în camera de completare a arderii *4*, gudroanele și gazele sînt trimise prin ventilatorul *9* la instalația de separare. După această schemă s-a realizat o instalație de 100MW care utilizează turbă frezată. La 600 kWh, această instalație livrează 300 . 10^6 Nm^3 de gaz, 25 000 t benzină și 5 000 t benzol [13]. Distilarea și arderea în această instalație au loc în 20 — 40 minute.

În fig. 7 este reprezentată schema de semicocsificare ultrarapidă realizată de Institutul de Energetică al Academiei U.R.S.S. (ENIN) și aplicată la centrala GES. 2 [7]. În această

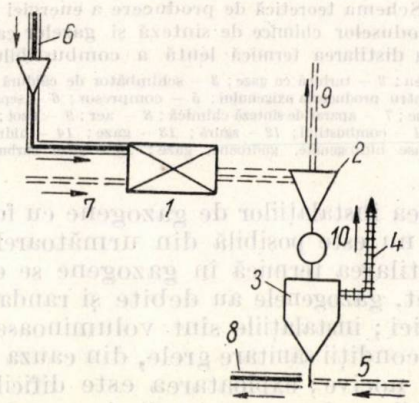


Fig. 7. Schema de cocsificare ultrarapidă a combustibilului cu agent termic gazos:

1 — conductă încălzitor; *2* — ciclon; *3* — cameră de descompunere termică; *4* — gudroane gaze; *5* — aer pentru transportul prafului de cocs; *6* — cărbune brut; *7* — gaze de ardere; *8* — praf de cocs; *9* — evacuarea gazelor; *10* — dispozitiv de încărcare.

schemă se utilizează un agent termic gazos. Praful de cărbune încălzit în conducta încălzitoare *1* pînă la 450 . . .500°C, în 0,2 — 0,4s, este separat de gaze în ciclonul *2*, iar cărbunele pulverizat încălzit este introdus cu un ejector

sau un dispozitiv de încărcare mecanică în camera de descompunere termică *3*, unde are loc descompunerea fără acces de aer. Semicocsul este evacuat de un dispozitiv de încărcare în conducta care merge în focar, iar amestecul de gaze și gudroane este evacuat prin *4*. Gazeificarea în camera de descompunere termică durează 20 — 30 minute. O instalație de 50 MW produce zilnic 150 000 Nm^3 gaz și 100 t gudroane [8].

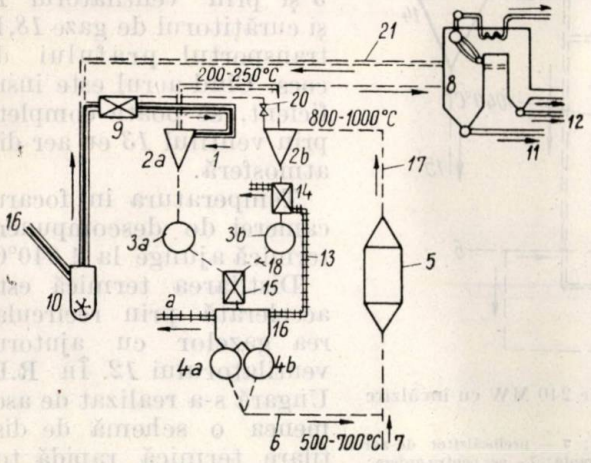


Fig. 8. Schema de distilare termică rapidă a combustibilului :

1 — intrarea combustibilului brut pulverizat ; *2a* și *2b* — cicloane ; *3a* și *3b* — alimentatoare ; *4a* și *4b* — alimentatoare de praf de cocs ; *5* — focar tehnologic ; *6* — transportor de praf de cocs ; *7* — aer de ardere ; *8* — cazan de abur ; *9* — prima treaptă de încălzire a cărbunelui pulverizat ; *10* — moară cu ciocane ; *11*, *12* — evacuarea zgurii și cenușii ; *13* — conductă de evacuare a gudroanelor și gazelor ; *14* — conductă încălzitor pentru piroliza rapidă ; *15* — conductă încălzitor ; *16* — inrtrarea cărbunelui brut ; *17* — praf de cocs transportat de gazele de ardere ; *18* — agent termic solid ; *19* — praf de cocs cu granulație fină ; *20* — conductă suplimentară pentru alimentare cu gaze din focarul tehnologic ; *21* — gaze de la cazan ; *a* — evacuarea produselor chimice la piroliza termică lentă ; *b* — evacuarea produselor chimice la piroliza termică rapidă.

Separarea proceselor de încălzire și descompunere termică și realizarea lor în aparate separate permit reglarea automată, comanda și controlul lor.

O schemă bazată pe aceleași principii, dar mai perfecționată, este reprezentată în fig. 8. Încălzirea se face cu agent termic gazos în prima treaptă și cu agent termic solid în a doua treaptă. Ea a fost elaborată în cadrul ENIN în U.R.S.S. [3].

Cărbunele pulverizat în moara cu ciocane *10*, pînă la dimensionarea 1 — 2 mm, este încălzit în prima treaptă de încălzire *9* cu gaze extrase din părțile finale ale cazanului. În ciclonul *2a* gazele cu temperatura 200... 250°C sînt separate, iar praful încălzit în conducta încălzitor *9* pînă la 400°C este trimis de alimentatorul *3a* în conducta încălzitor *15*, unde are loc a doua treaptă de încălzire cu agent termic solid venit din ciclonul *2b* prin alimentatorul *3b*, cu temperatura de 800...1 000°C. Temperatura amestecului în încălzitorul *15* ajunge la 500...700°C. Agentul termic solid este constituit din praf de cocs. Din conducta încălzitor *15*, amestecul trece în camera de descompunere termică *16* cu ajutorul unui dispozitiv de încărcare și în această cameră se degajă amestecul de gaze și gudroane, care este evacuat prin *a* sau *b*. Cocsul cu temperatura de 500... 700°C, în stare pulverizată, este dus în focarul tehnologic *5*, unde arde parțial. Focarul tehnologic *5* este un focar cu strat fluid sau eruptiv [9]. Amestecul de gaze și praf de cocs, care în urma arderii unei părți din cocs ajunge la 800 . . . 1 000°C, trece în ciclonul *2b*, unde se separă praful de cocs cu granulație mărită și merge prin alimentatorul *3b* la conducta încălzitor *15*, constituind agentul termic solid. Praful de cocs cu granulație fină este transportat de gazele de ardere din focarul tehnologic *5* în focarul cazanului de abur *8*, unde este utilizat pentru ardere. În cazul evacuării prin *a*, separarea gudroanelor de gaze are loc prin piroliză lentă. În cazul evacuării prin *b*, amestecul de gudroane și gaze este încălzit rapid în conducta încălzitor *14*, în contracurent cu agentul termic solid care vine din ciclonul *2b*, realizînd piroliza rapidă. La piroliza rapidă crește puterea calorifică a gazelor și cifra octanică a benzinelor, care după separare pot fi utilizate la prepararea combustibilului lichid și gazos pentru motoare cu ardere internă. Se pot utiliza și cărbuni cu granulație mărită. Procesul de distilare complet durează 20 min, iar încălzirea 0,2 — 0,3 s.

Camerele de descompunere termică *16* sînt camere ciclon sau camere rotative tip tambur [3]. Întrucît praful de cocs are granulație foarte fină și la arderea în suspensie au loc pierderi prin ardere incompletă, s-a realizat arderea acestuia în focare ciclon, unde gradul de separare a zgurii poate ajunge 90% și se elimină complet pierderile prin ardere incompletă [9].

S-a arătat că, cu această schemă, este posibilă regenerarea completă a părții organice.

Schema din fig. 8, realizată în cadrul ENIN, a fost completată cu recuperarea completă și a părții minerale, realizată prin utilizarea cenușii și zgurii, cu sau fără adaos, la fabricarea materialelor de construcție, cimentului, blocurilor de zgură, materialelor de izolații, ca vata de zgură, îngrășămintelor, metalelor, de exemplu a aluminiului, și a gazelor de ardere pentru fabricarea acidului sulfuric.

Prin aplicarea acestei scheme, consumul de combustibil se reduce cu 20 — 70%. Se permite realizarea gazeificării pe scară largă. În cazul aplicării acestei metode consumul de combustibil pentru producerea gazului artificial se reduce la jumătate din cel necesar la producerea separată a gazului în gazogene.

Înlocuirea alimentării unui cazan de 240 t/h cu cocs livrat de cuptoarele de cocsificare, prin instalații care funcționează după schema 8 descrisă, a avut ca urmare înlăturarea a 20 de cuptoare de cocsificare și înlocuirea lor cu trei instalații de preparare termică, care funcționează după schema de mai sus. În cursul

funcționării se economisește zilnic 1 460 t de combustibil. La construcție se economisesc 68 000 t metal, se reduce costul echipamentului cu 75%, volumul echipamentului se reduce de la 400 000 m³ la 26 000 m³. Prețul întregii producții scade cu 30% [3].

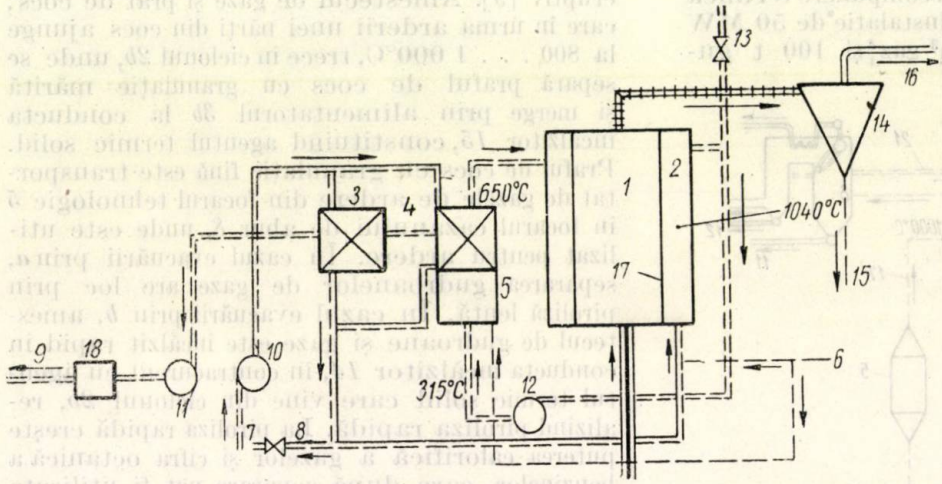


Fig. 9. Schema de distilare termică rapidă la o centrală existentă de 240 MW cu încălzire prin perete exterior:

1 — camera de descompunere termică; *2* — focarul camerei de descompunere termică; *3* — preîncălzitor de aer *4* — preîncălzitor de aer cu focar cu gaze; *5* — focar cu gaze; *6* — alimentare cu gaze carburante; *7* — aer pentru ardere; *8* — aer pentru transport pneumatic la instalația de uscare; *9* — gaze pentru transportul pneumatic al prafului uscat; *10* — ventilator de insuflare; *11* — ventilator de gaze pentru preîncălzitorul *3*; *12* — ventilator de recirculare a gazelor din focarul camerei de descompunere termică; *13* — ventil de aer suplimentar; *14* — separator de praf de cocs; *15* — praf de cocs; *16* — gudroane și gaze; *17* — perete.

Se poate utiliza în instalațiile care funcționează, după schema 8, păcură și combustibil cu mult sulf, ca și combustibili inferiori cu granulație mărită.

În afară de schemele arătate sînt în funcțiune două instalații cu distilare termică rapidă cu încălzirea prin perete exterior [12]. În fig. 9 este reprezentată schema de preparare a combustibilului cu distilare termică rapidă la o centrală electrică de 240 MW, intrată în funcțiune în 1954 [12]. Se utilizează lignit cu H_i = = 3 800 kcal/kg. Există trei cazane de 364 t/h fiecare de 120 ata, echipate cu trei instalații de distilare termică rapidă cu încălzire prin perete exterior. Funcționarea este următoarea:

Cărbunele brut intră în camera de descompunere termică *1* în stare pulverizată și este încălzit prin peretele *17* de gazele care ard în focarul *2* al camerei de descompunere termică. Amestecul de gudroane și gaze este dus în separatorul *14*, unde gazele și gudroanele sînt evacuate prin *16*, iar cocsul prin *15*.

Aerul de ardere este refulat în focarul *2* de ventilatorul *10* prin cele două trepte de preîncălzire *3* și *4*. Prin *8*, o parte din aer este evacuat la transportul prafului în instalația de uscare. Gazul carburant intră prin *6* în focarul *2*, o dată cu aerul care vine din preîncălzitoarele de aer *3* și *4* și în focarul preîncălzitorului de aer *5*.

Gazele de ardere sînt aspirate din focarul *2* de ventilatorul *12*, apoi sînt refulate în focarul *5* al preîncălzitorului de aer *4*. La arderea gazelor carburante în acest focar, temperatura gazelor evacuate crește de la 315°C, după ventilatorul 12, pînă la 650°C. Cu această temperatură o parte din gaze se întorc în focarul *2*, iar cealaltă parte de gaze trece prin preîncălzitorul de aer *3* și prin ventilatorul *11* și curățitorul de gaze *18*, la transportul prafului de cocs. Cînd aerul este insuficient, se poate completa prin ventilul *13* cu aer din atmosferă.

Temperatura în focarul camerei de descompunere termică ajunge la 1 040°C.

Distilarea termică este accelerată prin recircularea gazelor cu ajutorul ventilatorului *12*. În R.P. Ungară s-a realizat de asemenea o schemă de distilare termică rapidă tot cu încălzirea prin perete exterior. Se utilizează cărbune brun cu 10% gudroane, 15,6% umiditate, cu putere calorifică 4 774 kcal/kg [12].

În această schemă camera de descompunere termică este instalată în fața focarului și echipată cu un focar exterior în care sînt instalate arzătoare. Praful de cocs cade direct pe grătarul unui cazan de 2,1 t/h. Încălzirea se face cu gaze extrase din părțile finale ale cazanului. Se recuperează 50 — 60% din gudroanele conținute de cărbune.

Încălzirea prin peretele exterior este neuniformă și are o eficacitate mai redusă în raport cu încălzirea prin amestec direct, unde, la anumite dimensiuni ale particulelor și la un anumit regim de funcționare, se poate obține încălzire uniformă [6].

Prin aplicarea schemelor energotehnologice cu distilare termică rapidă se poate realiza utilizarea completă a combustibilului, fie numai în ce privește partea organică, fie atît în ce privește partea organică cît și cea minerală, și se poate realiza un foarte mare grad de recuperare și economii de investiții.

Concluzii

Schemele energotehnologice au o mare importanță pentru industrie. Prin aplicarea lor se obțin economii mari de combustibil, se extinde domeniul de utilizare a combustibililor inferiori, se pot utiliza minereuri sărace nefolosite pînă acum. Prin producerea combinată de

energie și produse industriale se mărește mult coeficientul de recuperare, realizîndu-se, în special, recuperarea completă, atît a părților organice cît și a celor minerale ale combustibilului.

Se deschid perspective noi pentru dezvoltarea gazeificării și chimizării. Aplicarea schemelor energotehnologice a deschis căi noi în tehnică în ce privește economisirea combustibilului și a înlesnit perfecționarea proceselor tehnologice. În prezent sînt în funcțiune cîteva instalații de puteri mari de acest tip.

Bibliografie

[1] Weitz V. I. : *Combinarea energotehnologică și randamentul producției industriale*, Izvestiia ANSSSR, nr. 2, 1949, Seria Tehnică.

[2] Ciuhanov Z. F., Hitrin L. N. și Golubțov V. A.: *Energotehnologia, tehnica nouă înaintată*. Teploenerghetika, nr. 7. 1955.

[3] Ciuhanov Z. F., Hitrin L. N. : *Utilizarea energotehnologică a combustibilului*. Izdatelstvo A N, OTN SSSR, Moscova, 1956, Seria Tehnică.

[4] Semenenko N. A. : *Resurse energetice secundare în industrie*. Editura Energetică de Stat, București, 1952.

[5] Leahovski A. I. : *Probleme de Termoenergetică în fabricile metalurgice*, Metalurghizdat, Moscova, 1951.

[6] Ciuhanov Z. F. : *Bazele teoriei tratamentului termic al combustibilului*. Cercetări de termotehnică. Editura Academiei R. P. R., Seria Tehnică, 32, Biblioteca analelor romîno-sovietice, 1955.

[7] Ciuhanov Z. F. : *Utilizarea energotehnologică a combustibilului*. Economia de energie și combustibil, Biblioteca analelor romîno-sovietice, nr. 1, 1951.

[8] Saphier I. : *Introducere în economia energetică*. Editura de Stat pentru literatură juridică și politică, București, 1952.

[9] Hitrin L. N. și Seleștin Iu. P. : *Utilizarea focarelor ciclon în două trepte în schemele energotehnologice*, Teploenerghetika, 9, 1955.

[10] * * * : *Dicționarul Tehnic Romîn*, Editura Tehnică, 1953.

[11] Paleaev T. I. : *Utilizarea complexă a combustibilului*. Cercetarea proceselor de ardere a combustibilului natural, sub redacția lui G. F. Knorre. Gasenergoizdat, Moscova, 1948.

[12] * * * : *Teiltagung der Weltkraftkonferenz in Rio de Janeiro*, 1954, BWK , nr. 2, februarie 1955.

[13] Frank W. : *Die fünfte Weltkraftkonferenz, Ergebnisse*. BWK, nr. 9, septembrie, 1956.

[14] Bachl I. : *Die Verbunderzeugung von Heizgas, elektrischem Strom und Sintheseproduktion*, BWK, nr. 5, mai, 1954.

[15] Semenenko N. A. : *Combinarea energotehnologică în industrie*. Promîșlennaia Energhetika, nr, 2, 1956.

Sisteme moderne de protecție prin relee a barelor colectoare

*DAN CORBARU**) București

După expunerea importanței, condițiilor de bază și tipurilor principale ale protecțiilor prin relee a barelor colectoare, articolul tratează sistemele moderne de protecție cu relee de mare impedanță și cu relee cu acțiune de frînare.

Protecția prin relee a barelor colectoare din centralele și din stațiile electrice a fost privită mult timp ca o măsură de precauție nejustificată. Probabilitatea apariției unui defect pe barele colectoare este foarte redusă, barele fiind unul din elementele cele mai sigure ale unei rețele electrice. De aceea, pînă în jurul anului 1930, protecția împotriva avariilor pe bare a fost lăsată exclusiv în sarcina protecțiilor prin relee a elementelor conectate la aceste bare. O dată cu creșterea mărimii și a importanței centralelor electrice, acest sistem de protecție s-a dovedit însă necorespunzător, el folosindu-se astăzi numai în centralele și în stațiile mici, de importanță redusă.

Cu toată raritatea defectelor pe bare, urmările lor pot deveni atît de grave în cazul centralelor și al stațiilor mari, periclitînd funcționarea unui întreg sistem electric, încît s-a pus problema realizării unei instalații de protecție prin relee specială împotriva acestor avarii.

Evident că instalarea unui sistem de protecție prin relee pe barele colectoare și alegerea schemei respective este o problemă tehnico-economică, a cărei soluție trebuie căutată de la caz la caz, printr-o comparație între investițiile suplimentare necesare și avantajele obținute din punctul de vedere al siguranței și al continuității funcționării sistemului electric.

În orice caz, însă, instalarea unei protecții prin relee a barelor colectoare nu trebuie să se facă în detrimentul siguranței în construcția și instalarea barelor, ci, dimpotrivă, trebuie s-o completeze.

1. Condițiile de funcționare a protecțiilor prin relee a barelor colectoare

Pentru a-și atinge scopul, sistemele de protecția barelor colectoare prin relee trebuie să îndeplinească o serie de condiții, dintre care cea mai importantă este asigurarea separării rapide și selective a secțiunilor defecte și în felul acesta funcționarea continuă a celor neavariate.

*) Inginer, proiectant principal la IPROMET

Izolarea secțiunii de bare avariată trebuie să fie totală, protecția producînd declanșarea tuturor circuitelor conectate la aceste bare, indiferent dacă ele pot, sau nu, alimenta barele cu curent.

Funcționarea protecției barelor colectoare avînd ca urmare scoaterea din funcțiune a unui sector important din rețeaua electrică, funcționarea greșită trebuie neapărat evitată. Prin urmare, protecția trebuie să fie stabilă la toate defectele ce se produc în afara zonei protejate, să fie sigură din punct de vedere mecanic, neinfluențată de vibrații și de șocuri etc. și să fie asigurată împotriva acționării greșite la defectarea circuitelor electrice ale protecției.

Pe de altă parte, pentru a lucra sigur și rapid la orice defect din zona protejată, protecția trebuie să aibă suficientă sensibilitate.

2. Sistemele de protecție a barelor

Principalele sisteme de protecție a barelor colectoare sînt :

— protecția elementelor conectate la bare (fără sistem special de protecție pentru bare) ;

— protecția de curent simplă sau cu blocaje de curent sau blocaje direcționale de putere ale elementelor conectate la bare ;

— protecția de distanță și

— protecția diferențială.

Afară de ultimul dintre aceste sisteme, tratat mai pe larg în cele ce urmează, celelalte, deși uneori foarte simple și economice, prezintă, toate, dezavantajul important de a lucra cu o temporizare relativ mare, care nu asigură totdeauna continuitatea funcționării părților neavariate. Afară de aceasta, ele nu lucrează — în toate cazurile — cu o selectivitate și o sensibilitate suficientă.

De aceea, cu excepția unor cazuri speciale, aceste sisteme de protecție a barelor colectoare au fost astăzi abandonate, folosindu-se aproape exclusiv protecția diferențială.

3 Protecția diferențială

Avantajul principal al protecției diferențiale constă în rapiditatea cu care acționează în cazul defectelor în zona protejată.

Principiul de funcționare al protecției diferențiale este cunoscut. Înfășurările secundare a două sau a mai multor transformatoare de intensitate *TI* sînt legate în paralel. Dacă suma algebrică a curenților în primarele acestor *TI* este nulă, suma algebrică a curenților din secundarele *TI* va fi tot nulă și un releu legat între două puncte $X - X_1$ sau $Y - Y_1$ ale circuitului secundar nu va fi străbătut de nici un curent (fig. 1).

Acest principiu stă la baza schemelor de protecție diferențială cu curenți de circulație, singurele care se aplică la protecția barelor colectoare ; în cele ce urmează nu ne vom ocupa decît de acest tip de scheme.

La aplicarea în practică a schemei cu curenți de circulație, apare în circuitul secundar, chiar în cazul cînd suma curenților primari este nulă,

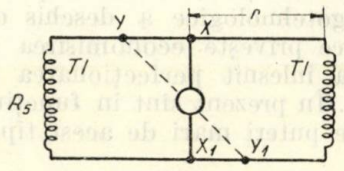


Fig. 1.

un curent de dezechilibru, care — în anumite condiții — poate provoca acționarea greșită a protecției. Din această cauză, protecția trebuie desensibilizată față de curentul maxim de dezechilibru.

Curentul de dezechilibru provine, pe de o parte, din diferențele dintre caracteristicile *TI* folosite, ceea ce face necesar ca *TI* folosite într-o asemenea instalație să aibă, pe cît posibil, caracteristici identice.

A doua cauză și cea mai importantă a apariției curentului de dezechilibru constă în natura curentului ce străbate primarele *TI* în caz de scurtcircuit și în modul în care *TI* transformă acest curent.

Curentul de scurtcircuit, într-o rețea electrică, este de forma :

$$i = I\ (\sin \omega t + e^{-kt}), \qquad (1)$$

adică conține o componentă periodică și una aperiodică.

Pentru a analiza transformarea acestui curent să considerăm schema echivalentă a *TI* redată în fig. 2, în care s-a folosit următoarea notație :

i_p — curentul primar al *TI* ;
i_s — curentul secundar al *TI* ;
i_μ — curentul de magnetizare al *TI* ;
R_s — rezistența înfășurării secundare a *TI* ;
R — rezistența sarcinii conectate în secundarul *TI*.

Fluxul φ produs în circuitul de magnetizare al *TI* de către curentul i_μ se deduce din relația (2) :

$$v = N \cdot \frac{d\varphi}{dt} \cdot 10^8, \qquad (2)$$

din care rezultă că

$$\varphi = \frac{10^8}{N} \int v \cdot dt, \qquad (3)$$

în care :

v este tensiunea la bornele circuitului de magnetizare, în V ;
N — numărul de spire al circuitului de magnetizare ;
φ — fluxul magnetic, în Wb.

Din fig. 2 rezultă că :

$$v = i_s \cdot (R_s + R). \tag{4}$$

Admiţînd că :

$$i_s = n \cdot i_p \tag{5}$$

rezultă :

$$v = n \cdot I_p \cdot (\sin wt + e^{-kt}) \cdot (R_s + R), \tag{6}$$

în care :

n este inversul raportului de transformare al TI ;
k — inversul constantei de timp.

Fluxul produs în TI, de către componenta periodică a curentului de scurtcircuit, se va calcula — cu ajutorul relaţiei (7) — după cum urmează :

$$\varphi_{per} = \frac{10^8 . n . I_p . (R_s + R)}{N} \int \sin wt \cdot dt \tag{7}$$

şi va avea valoarea maximă :

$$\varphi_{per\ max} = \frac{10^8 . n . I_p . (R_s + R)}{N . w}. \tag{8}$$

Fluxul produs în TI de către componenta aperiodică a curentului de scurtcircuit va fi :

$$\varphi_{aper} = \frac{10^8 . n . I_p . (R_s + R)}{N} \int e^{-kt} \cdot dt. \tag{9}$$

Pentru determinarea valorii maxime a lui φ_{aper}, să considerăm curbele variaţiei în timp a componentelor a periodice ale curentului primar ($i_p \cdot aper$), ale curentului secundar ($i_s \cdot aper$), ale curentului de magnetizare ($i_{\mu\ aper}$) şi ale fluxului (φ_{aper}), reprezentate în fig. 3.

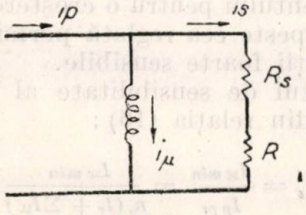


Fig. 2.

Se observă că fluxul φ_{aper} este maxim cînd $i_{s\ aper} = 0$, ceea ce rezultă şi din relaţiile (2) şi (4).

Cu aproximaţia valabilităţii relaţiei (5), rezultă că

$$i_{s\ aper} = n \cdot I_{p.\ aper} \cdot e^{-kt} \tag{10}$$

şi $i_{s\ aper} = 0$, pentru $t = \infty$.

Prin urmare, valoarea maximă a fluxului produs în TI de către componenta aperiodică este cea din relaţia (11) :

$$\varphi_{aper\ max} = \frac{10^8 . I_p . (R_s + R)}{N . K}. \tag{11}$$

Raportul dintre fluxurile produse de către cele două componente ale curentului de scurtcircuit este următorul :

$$\frac{\varphi\ aper}{\varphi\ per} = \frac{w}{k}. \tag{12}$$

Pentru o reţea obişnuită cu $f = 50$ Hz şi o constantă de timp de trei cicli, rezultă $w/k = 18{,}8$.

Fluxul produs în TI de către componenta aperiodică a curentului de scurtcircuit este de

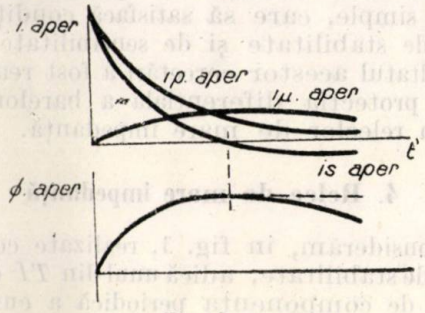


Fig. 3.

circa 20 de ori mai mare decît fluxul produs de componenta periodică a aceluiaşi curent.

Pentru a transforma corect curenţii totali de scurtcircuit ce străbat primarul lui, un TI trebuie, deci, să aibă un curent de saturaţie de circa 20 de ori mai mare decît curentul de saturaţie necesar transformării corecte numai a componentelor periodice a acestor curenţi de scurtcircuit ceea ce — în general — este imposibil de realizat în practică.

Într-o schemă de protecţie diferenţială pentru bare colectoare, se foloseşte un număr relativ mare de TI. În cazul unui scurtcircuit în exteriorul zonei protejate, primarele acestor TI sînt străbătute de curenţi diferiţi ; circuitele lor magnetice saturîndu-se diferit, transformarea curenţilor primari nu mai este corectă în toţi TI, chiar dacă TI au caracteristici identice. Din această cauză, în circuitul secundarelor TI, apare un curent de dezechilibru. Curentul maxim de dezechilibru se produce cînd TI, prin care trece întregul curent de scurtcircuit exterior, este complet saturat de componenta aperiodică, iar ceilalţi TI, străbătuţi numai de o fracţiune din curentul de scurtcircuit, sînt complet nesaturaţi. Protecţia diferenţială trebuind să fie stabilă la orice scurtcircuit exterior, cazul de mai sus, în care

curentul de dezechilibru este maxim, reprezintă condiția limită pentru stabilitatea protecției.

Asigurarea simultană a stabilității protecției în condițiile limită și a unei sensibilități suficiente la avarii în zona protejată constituie problema cea mai grea în realizarea unei instalații de protecție diferențială. Pentru rezolvarea acestei probleme, adică pentru desensibilizarea protecției diferențiale față de curenții mari de dezechilibru, care apar în cazul scurtcircuitelor exterioare, s-au folosit cu succes în practică scheme cu transformatoare intermediare saturate și, în unele cazuri speciale, scheme cu transformatoare de intensitate fără miez de fier.

Dezavantajul principal al acestor metode constă în complicarea și scumpirea schemei de protecție și, uneori, într-o întîrziere a acționării protecției în cazul scurtcircuitelor în zona protejată. Acest lucru a dus la reexaminarea schemei simple, de bază, a protecției diferențiale și la căutarea unor metode de aplicare a acestei scheme simple, care să satisfacă condițiile necesare de stabilitate și de sensibilitate.

Rezultatul acestor cercetări a fost realizarea, pentru protecția diferențială a barelor colectoare, a releelor de mare impedanță.

4. Relee de mare impedanță

Să considerăm, în fig. 1, realizate condițiile limită de stabilitate, adică unul din *TI* complet saturat de componenta periodică a curentului primar și celălalt *TI* complet nesaturat.

În *TI* complet saturat, componenta periodică a curentului primar nu va produce nici un curent secundar. Înfășurarea secundară a *TI* se va comporta, în acest caz, ca o rezistență pură, R_s, impedanța ei fiind nulă.

TI complet nesaturat va transforma integral ambele componente ale curentului primar, i_p. Curentul secundar va fi după cum urmează :

$$i_s = n \cdot I_p \ (\sin wt + e^{-kt})$$

și constituie curentul maxim de dezechilibru pentru această situație.

Dacă releul din fig. 1 este un releu de mare impedanță, întregul curent i_s — produs de *TI* nesaturat — va trece prin înfășurarea secundară a *TI* saturat, în care caz tensiunea la bornele releului va fi :

$$v = i_s \cdot (R_s + 2r) = n \cdot I_p (\sin wt + e^{-kt})(R_s + 2r), \quad (13)$$

în care $2r$ este rezistența conductoarelor de legătură între *TI* saturat și punctele $X - X_1$, la care se leagă releul.

Valoarea eficace a acestei tensiuni este următoarea :

$$V_{ef} = n \cdot I_{p\,ef\,ef} (R_s + 2r). \quad (14)$$

Este evident că acționarea releului de mare impedanță va fi determinată de mărimea tensiunii V_{ef}, releul acționînd cînd această tensiune este egală sau mai mare decît tensiunea reglată a releului.

Dacă tensiunea reglată este egală cu cea din relația (14), corespunzînd curentului de dezechilibru maxim, protecția va fi stabilă pentru orice curent de dezechilibru. Prin urmare relația pentru determinarea tensiunii reglate va fi :

$$V_{reg} = n \cdot I_{p\,ef} \cdot (R_s + 2r), \quad (15)$$

în care $I_{p\,ef}$ este valoarea eficace a curentului primar total maxim de scurtcircuit, pentru un scurtcircuit în exteriorul zonei protejate.

Formula fiind stabilită pentru cazul condiției-limită de stabilitate, adăugarea unui coeficient de siguranță nu mai este necesară.

De obicei, pentru mărirea sensibilității protecției, releul se desensibilizează față de componenta aperiodică a curentului de dezechilibru. În acest caz, în relația (15) la determinarea lui $I_{p\,ef}$, se ia în considerare numai componenta periodică a curentului de scurtcircuit exterior maxim (curentul supratranzitoriu).

Releul este de tip electromagnetic, cu acționare instantanee. Reglajul tensiunii se face în trepte (de exemplu de la 25 V la 175 V, în trepte de 25 V). În releu este inclus un condensator, montat în serie cu bobina releului, care, pe de o parte, servește la desensibilizarea releului față de componenta aperiodică și, pe de altă parte, se acordează cu inductanța bobinei releului. Impedanța releului se realizează introducînd în circuitul bobinei lui o serie de elemente de rezistență neliniară. Numărul de astfel de elemente introduse în circuit depinde de treapta de tensiune la care se reglează releul. La o tensiune mai mică sau egală cu tensiunea reglată, aceste elemente au o rezistență foarte mare și prin releu trece un curent foarte mic. La o creștere foarte mică a tensiunii peste cea reglată, rezistența elementelor scade brusc și curentul în releu crește mult. Această creștere mare a curentului pentru o creștere foarte mică a tensiunii peste cea reglată permite realizarea unei protecții foarte sensibile.

Coeficientul de sensibilitate al protecției se determină din relația (16) :

$$K_s = \frac{I_{sc\,min}}{I_{p\,pr}} = \frac{I_{sc\,min}}{n.(I_r + \Sigma I_\mu)}, \quad (16)$$

în care :

$I_{sc\,min}$ este curentul de scurtcircuit minim, la un scurtcircuit în zona protejată ;

$I_{p\,pr}$ — curentul primar de pornire a protecției ;

I_r — curentul releului la tensiunea reglată ;

ΣI_μ — suma curenților de magnetizare a tuturor *TI* legați paralel.

Ca măsuri suplimentare pentru mărirea sensibilității protecției, se recomandă reducerea lungimii circuitelor secundare (micșorarea rezistenței $2r$) și alegerea unor TI cu raport de transformare potrivit (în general între 400 și 800).

5. Relee de mare impedanță cu acțiune de frînare

La un scurtcircuit în zona protejată, curentul conține — în primele momente — o componentă aperiodică, care poate produce saturația parțială a TI pentru un timp scurt, du-

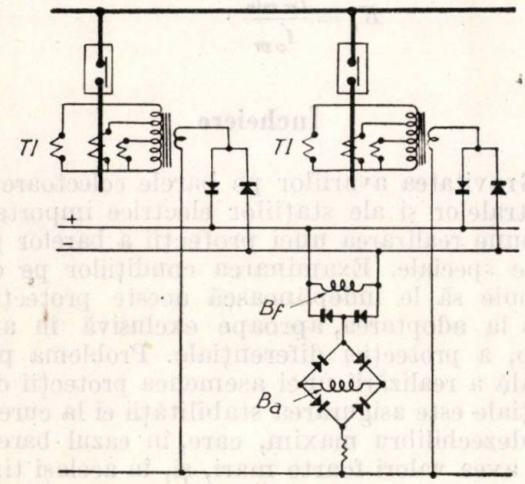


Fig. 4.

cînd la o oarecare întîrziere în acționarea protecției. Pentru a se asigura acționarea rapidă a protecției cu relee de mare impedanță este necesar ca tensiunea de saturație a TI să fie cel puțin dublul tensiunii reglate.

Dacă această condiție nu poate fi realizată și TI au o tensiune de saturație mai mică, se folosesc pentru protecție relee de mare impedanță, cu acțiune de frînare. O schemă de protecție cu asemenea relee este dată în fig. 4.

Releul este prevăzut cu două bobine : una de frînare B_f și una de acționare B_0. Bobina de frînare este parcursă de curentul total din circuitul secundarelor TI și produce un cuplu de frînare proporțional cu acest curent și opus cuplului de acționare. Releul va acționa cînd cuplul de acționare va fi mai mare decît cel de frînare.

La un scurtcircuit exterior, cuplul de frînare este proporțional cu curentul de dezechilibru. Datorită acestui cuplu, prin bobina de acționare poate trece un curent mai mare decît în cazul releului fără frînare, fără să se producă o acționare greșită.

Impedanța bobinei de acționare a releului poate fi redusă în consecință, ceea ce permite reducerea tensiunii reglate, în condiții de stabilitate egale.

Fie cazul unui scurtcircuit exterior care produce în circuitul secundarelor TI curentul de dezechilibru maxim I_d și fie I curentul care trece prin bobina de acționare a releului.

Dacă N_f este numărul de spire ale bobinei de frînare și N_a cel al bobinei de acționare, cuplul de frînare M_f și cel de acționare M_a vor fi respectiv :

$$M_f = k \cdot N_f \cdot I_d \; ; \tag{16}$$

$$M_a = k \cdot N_a \cdot I \cdot \tag{16'}$$

Condiția limită pentru ca releul să nu acționeze este ca $M_a = M_f$. În acest caz,

$$I = \frac{N_f}{N_a} \cdot I_d = B \cdot I_d, \tag{17}$$

unde $B = \frac{N_f}{N_d}$ este coeficientul de frînare.

După cum se vede din fig. 4, tensiunea V' la bornele bobinei de acționare este egală cu tensiunea secundară a TI, adică :

$$V' = I \cdot Z_a = I_s (R_s + 2r), \tag{18}$$

unde Z_a este impedanța bobinei de acționare. Rezultă, așadar, că :

$$Z_a = \frac{I_d}{I} (R_s + 2r) = \frac{1}{B} (R_s + 2r). \tag{19}$$

Releul cu frînare, desensibilizat față de curentul maxim de dezechilibru I_d, va acționa la un curent I'_r în bobina de acționare

$$I'_r > I = B \cdot I_d \tag{20}$$

căruia îi corespunde o tensiune la bornele bobinei de acționare, care se poate calcula din relația (21) :

$$V'_r = I'_r \cdot Z_a = \frac{I'_r}{B} (R + 2r). \tag{21}$$

În aceleași condiții, un releu fără frînare va acționa la o tensiune V_r egală cu tensiunea reglată :

$$V_r = I_d \cdot (R_s + 2r).$$

Comparînd aceste două tensiuni, rezultă :

$$\frac{V'_r}{V_r} = \frac{I'_r}{B.I_d} = \frac{I'_r}{I} \tag{22}$$

și cum $I'_r > I$, rezultă $V'_r > V_r$.

Aceasta înseamnă, în condiții egale de stabilitate (desensibilizare față de același curent maxim de dezechilibru, I_d) , releul cu frînare va rămîne stabil, pînă la o tensiune mai mare decît tensiunea pînă la care va rămîne stabil releul fără frînare. El poate fi, deci, reglat la o tensiune mai mică decît aceea la care poate fi reglat releul fără frînare.

La un scurtcircuit în zona protejată, releul cu frînare va acționa la o tensiune mai mică decît cea la care va acționa releul fără frînare și rapiditatea de acționare a protecției poate fi asigurată chiar dacă tensiunea de saturație a *TI* nu satisface condiția menționată mai sus.

În cazul unui scurtcircuit în zona protejată, curentul de pornire a protecției va fi, ca și în cazul releelor fără frînare, următorul:

$$I'_{p\,pr} = n\,(I'_r + \Sigma I_\mu),$$

în care I'_r este curentul în bobina de acționare a releului cu frînare.

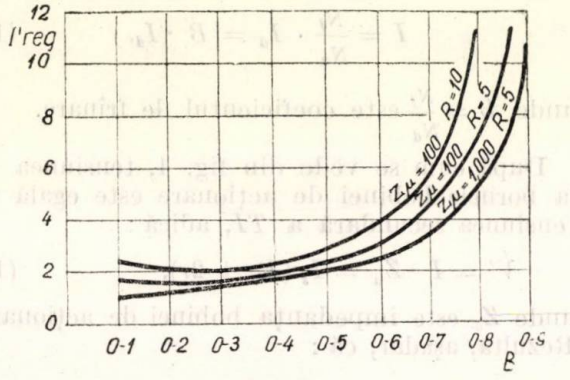


Fig. 5.

Dacă Z_μ este impedanța echivalentă a circuitelor de magnetizare a *TI* legate în paralel cu bobina de acționare a releului, curentul I'_r în această bobină va fi cel dat de relația (23):

$$I'_r = \frac{Z_\mu}{Z_\mu + Z_a} \cdot n \cdot I'_{p\,pr}. \qquad (23)$$

Cuplul de acționare al releului va fi cel din relația (24):

$$M = K \cdot I'_r \cdot N_a - K \cdot n \cdot I'_{p\,pr} \cdot N_f =$$

$$= K \cdot n \cdot I_{p\,pr} \frac{Z_\mu}{Z_\mu + Z_a} N_a - K \cdot n \cdot I_{p\,pr} \cdot N_f. \qquad (24)$$

Pentru ca protecția să lucreze, se impune ca:

$$M = K \cdot N_a \cdot I'_{reg}, \qquad (25)$$

unde I'_{reg} este curentul reglat al protecției.

Ținînd seamă de relația (19) și notînd $R_s + 2r = R$ rezultă din relațiile (24) și (25)

$$I_{p\,prot} = \frac{I'_{reg}}{n} \cdot \frac{BZ_\mu + R}{BZ_\mu - B^2 Z_\mu - BR}. \qquad (26)$$

În fig. 5 sînt arătate pentru diferite valori ale lui R și Z_μ, curbele de variație ale curentului reglat al protecției, I'_{reg}, în funcție de coeficientul de frînare B.

Coeficientul de sensibilitate al protecției diferențiale cu relee cu frînare se determină din relația (27):

$$K_s = \frac{I_{sc\,min}}{I'_{p\,pr}}. \qquad (27)$$

Încheiere

Gravitatea avariilor pe barele colectoare ale centralelor și ale stațiilor electrice importante impune realizarea unei protecții a barelor prin relee speciale. Examinarea condițiilor pe care trebuie să le îndeplinească aceste protecții a dus la adoptarea, aproape exclusivă în acest scop, a protecției diferențiale. Problema principală a realizării unei asemenea protecții diferențiale este asigurarea stabilității ei la curenții de dezechilibru maxim, care, în cazul barelor, pot avea valori foarte mari, și, în același timp, asigurarea unei sensibilități corespunzătoare și a unei funcționări rapide în caz de avarii în zona protejată.

Aceste condiții sînt îndeplinite în cazul schemelor folosind relee de mare impedanță și relee cu acțiune de frînare.

Bibliografie

Baptidanov L. N. și Tarasov I. V. : *Echipamentul electric al centralelor și stațiilor electrice* (vol. III), Ed. Tehnică, București, 1956.

Fedoseev M. A. : *Protecția prin relee a sistemelor electrice*, Ed. Energetica de Stat, București, 1955.

Kaufman M. : *The Protective gear Handbook*, Ed. Pitman, Londra, 1946.

Reid A. I. : *Busbar Protection*, Electrical Review, vol. 160, nr. 23, 7 iunie 1957.

621.175.004.5

Curăţirea condensatoarelor turbinelor cu abur, în timpul funcţionării

C. DINULESCU*) şi C. BURDUCEA**) Bucureşti

Articolul prezintă o metodă foarte interesantă de curăţire continuă a condensatoarelor turbinelor cu abur, fără oprirea acestora şi fără reducerea arcinii, prin vehicularea în curentul de apă de răcire a unui anumit număr de bile de cauciuc spongios (50—100 buc. timp de 2—3 ore pe zi) care curăţă prin frecare interiorul ţevilor. Metoda este utilizată cu foarte bune rezultate în străinătate şi este în curs de experimentare. In articol se mai dă calculul ejectorului de introducerea bilelor în circuitul de răcire.

1. Formarea depunerilor şi combaterea lor

Cauzele care pot produce scăderea randamentului condensatoarelor turbinelor cu abur sînt destul de variate. În marea majoritate a cazurilor, apa de răcire a condensatoarelor conţine substanţe organice şi anorganice, care dau loc la depuneri în interiorul ţevilor. Prezenţa microorganismelor accelerează depunerile şi îngreuiază îndepărtarea lor. Depunerile de piatră, favorizate de microorganisme sau apărute numai prin efectul încălzirii apei, au drept consecinţă imediată scăderea coeficientului de transmitere a căldurii şi, deci, scăderea vidului. După importanţa şi după natura depunerilor, scăderea vidului poate să conducă fie numai la creşterea consumului specific de combustibil, fie şi la reducerea puterii disponibile a turbinei respective.

Dacă microorganismele pătrunse în ţevi nu sînt îndepărtate la intervale scurte, ele dau loc în timp la incrustaţii calcaroase, care sînt deosebit de supărătoare atît prin efectul economic, cît şi prin dificultăţile pe care le creează la îndepărtarea lor ulterioară.

În cazul apelor foarte dure, depunerile calcaroase pot avea loc, chiar fără prezenţa microorganismelor. Dacă răcirea se face în circuit închis, depunerile sînt accelerate din cauza evaporării continue a apei în turn şi, deci, a creşterii durităţii apei din circuit. În acest ultim caz, neajunsurile pot fi limitate prin folosirea de chimicale (de exemplu, hexametafosfat de sodiu), care măresc solubilitatea sărurilor din apă şi, deci, întîrzie depunerea acestora.

Un alt factor care influenţează randamentul condensatoarelor, de importanţă mai redusă însă, este şi oxidarea interioară a ţevilor, care are loc aproape imediat după punerea în funcţiune, dar care nu este influenţată de calitatea apei de răcire.

Combaterea microorganismelor, prin clorinare periodică sau continuă, este eficace, dar nu poate fi aplicată decît dacă debitul necesar răcirii este neînsemnat faţă de debitul rîului, din care este preluat, în caz contrar introducerea de clor devenind periculoasă pentru fauna rîului. Pe de altă parte, clorinarea scurtează viaţa ţevilor de condensator, prin fragilizare.

Depunerile calcaroase, o dată formate, nu mai pot fi îndepărtate, decît prin mijloace mecanice (freze, perii de sîrmă etc.) sau chimice (spălare cu acid clorhidric şi cu un inhibitor protector), care sînt costisitoare, obositoare, comportînd, totodată, oprirea turbinei pentru vreme îndelungată.

II. Metoda de curăţire a condensatoarelor sub sarcină

1. *Principiul metodei.* Metodele întrebuinţate pînă acum pentru curăţirea condensatoarelor turbinelor cu abur (chimică sau mecanică) necesită, pe de o parte, întreruperea funcţionării condensatorului şi implicit a turbinei, iar — pe de altă parte — ele, aplicîndu-se la anumite intervale, permit ca depunerile să se formeze permanent de-a lungul intervalului dintre două curăţiri, provocînd — totodată — şi pierderi de energie.

În cele ce urmează, se va descrie o instalaţie de curăţire continuă a condensatoarelor (fără întreruperea funcţionării lor), care s-a aplicat în ultimul timp la un număr mare de centrale termoelectrice.

Metoda de curăţire continuă constă în a vehicula, o dată cu apa de răcire ce trece prin ţevile condensatorului, bile de cauciuc spongios — cu greutatea specifică apropiată de aceea a apei (1) — care se distribuie uniform în curentul de apă, curăţind şi antrenînd cu ele depunerile ce se formează pe pereţi.

Cu cît curăţirea se face la intervale mai scurte de timp, cu atît mai mic este efortul de curăţire, deoarece microorganismele şi sărurile din apă nu au timp să se depună pe pereţii ţevilor.

Pentru a asigura o curăţire eficace, diametrul bilelor trebuie să fie puţin mai mic decît diametrul interior al ţevilor.

Cauciucul spongios, din care sînt făcute bilele, prezintă avantajul de a lăsa să treacă prin el o cantitate de apă şi, în acelaşi timp, înglobînd în nenumăratele lui goluri particulele de depuneri curăţate de pe pereţii ţevilor. Din cauza mişcării lor dezordonate şi din cauza posibilităţii trecerii apei prin cauciuc, particulele solide se desprind

*) C. Dinulescu inginer din Direcţia electrificării a Dep. Energiei Electrice.
**) C. Burducea inginer, director în Dir. energiei a Dep. Energiei Electrice.

de bile și sînt apoi antrenate de către apa de răcire, astfel încît bilele se întorc curate în circuit. Eliminarea particulelor solide este accelerată de existența sitei de reținere în drumul particulelor. Această sită determină o mișcare violentă dezordonată a bilelor, care pierd astfel particulele solide.

Pentru curățirea optimă a țevilor, se întrebuințează un anumit număr de bile, variabil

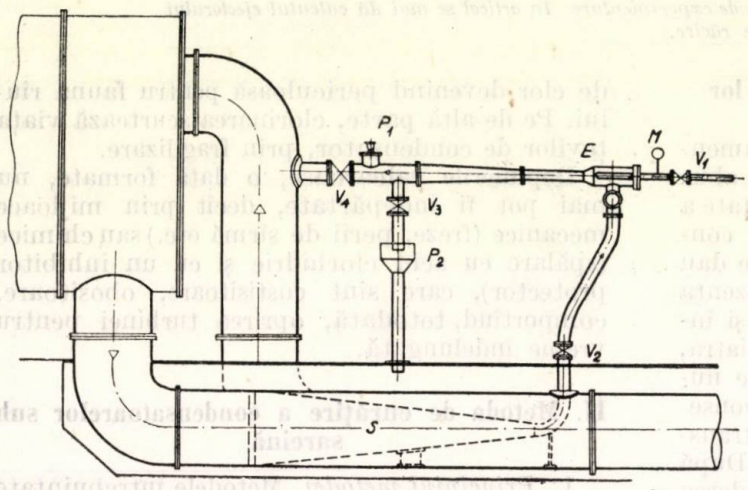


Fig. 1.

de la o instalație la alta și depinzînd de caracteristicile cauciucului din care sînt făcute. Curățirea se face zilnic, timp de 2—3 ore.

Datorită posibilității lor de învîrtire, bilele au un efect de curățire pronunțat. De asemenea, grație formei lor sferice, ele nu se blochează, pătrunzînd ușor în țevile traseului.

2. *Realizarea metodei.* Noua metodă de curățire continuă și fără întreruperea funcționării turbinei își are originea într-un procedeu de curățire mai vechi, tot cu bile de cauciuc, care se aplică în felul următor : turbina fiind oprită și condensatorul deschis, se introduceau în țevi bile de cauciuc, care, presate cu ajutorul unui jet de apă, străbăteau țevile antrenînd depunerile ; după grosimea și duritatea depunerilor, operația se repeta, pînă cînd metalul rămînea curat. Pentru a putea trece de la metoda discontinuă la cea continuă, trebuiau rezolvate următoarele probleme :

— circulația neîntreruptă a bilelor în perioadele de spălări ;

— împiedicarea ieșirii bilelor din circuit ;

— scoaterea din circuit a bilelor în perioadele dintre spălări ;

— aspirarea bilelor din tubul de ieșire și reintroducerea lor în cel de intrare ;

— menținerea bilelor în fluxul de apă și împiedicarea căderii lor în zonele de circulație redusă.

În fig. 1 sînt arătate organele cu care se realizează aceste funcțiuni, și anume :

Cu ajutorul ejectorului E (sau al unei pompe — echivalente ca presiune și debit — de construcție simplă, cu canale mari), bilele sînt aspirate din tubul de ieșire și reintroduse în tubul de intrare în condensator, unde domnește o presiune superioară cu circa 5 m col. apă. Avînd aceeași densitate ca și apa, ele sînt antrenate de fluxul principal și împinse prin țevile condensatorului. În sita conică S montată în tubul de evacuare și avînd ochiuri mai mici decît bilele, acestea sînt reținute și conduse la capătul conului, de unde sînt din nou aspirate de către ejector și retrimise în țevile condensatorului.

Introducerea bilelor în circuit se face prin pîlnia P_1, iar scoaterea lor din circuit se face prin pîlnia P_2, prevăzută cu o sită. Cu ajutorul vizorului V, prevăzut cu o fereastră de control, se urmărește buna funcționare a instalației, respectiv circulația normală a bilelor.

Numărul de bile la un grup de circa 25 MW, necesar pentru curățirile curente, este de circa 60 de bucăți.

Vanele V_1, V_2, V_3 și V_4 servesc la punerea și scoaterea din funcțiune a instalației. Apa necesară funcționării ejectorului, aspirarea și împingerea bilelor, se ia de la una dintre sursele de apă sub presiune (2—10 at) existente în centrală. Pentru orientare asupra consumului de apă și asupra dimensiunilor ejectorului, se dă în continuare calculul unei instalații pentru un grup de circa 25 MW.

Modul de racordare a instalației la condensator este indicat în fig. 1.

Pentru grupuri de putere redusă, instalația poate fi simplificată (fig. 2) suprimînd ejectorul

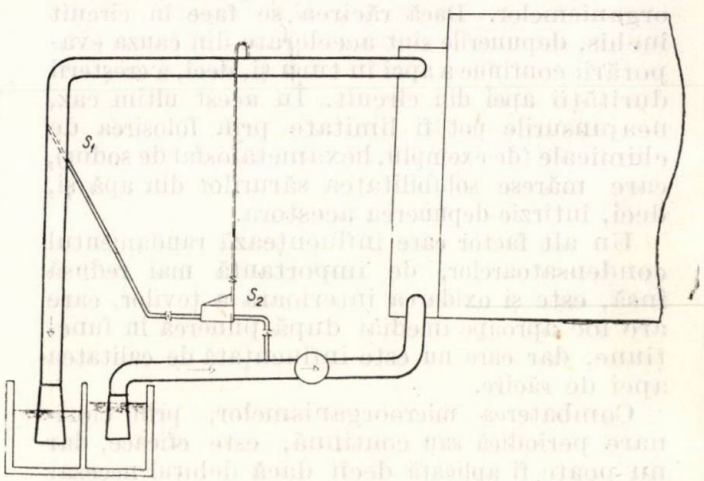


Fig. 2.

sau pompa specială de circulație și folosind — pentru vehicularea bilelor — însăși pompa principală, întrucît trecerea bilelor prin această pompă nu prezintă nici un impediment.

3. *Modul de exploatare.* Toate vanele fiind închise și bilele strînse în pîlnia P_2, de la curățirea precedentă, acestea sînt luate cu mîna și introduse prin pîlnia P_1. Se deschid apoi, în următoarea ordine, vanele : V_1, V_2 și V_4, reglîndu-se presiunea de injecție la valoarea optimă stabilită experimental, urmărindu-se circulația bilelor prin vizorul V.

După o funcționare de circa 2—3 ore, se întrerupe operația de curățire, deschizînd vana V_3 și închizînd simultan vana V_4; după ce toate bilele s-au strîns în pîlnia P_2, se oprește și ejectorul, închizînd vanele în ordinea V_2, V_1, V_3.

Perturbațiile de funcționare care pot să apară sînt următoarele :

— căderea bilelor în zonele de circulație mai redusă ale condensatorului ;

— înfundarea sitei S cu frunze, paie, alge etc., care — deși nu influențează direct eficacitatea curățirii — are drept consecință reducerea debitului de răcire și, deci, scăderea sarcinii turbinei ;

— astuparea cu frunze, crengi, alge etc. a țevilor la intrare și, deci, împiedicarea pătrunderii bilelor în țevi.

Ultimele două neajunsuri, provenite din pătrunderea corpurilor străine în condensator, sînt foarte supărătoare și, deci, folosirea metodei de curățire continuă trebuie neapărat să fie completată cu instalații de reținere a acestora, înainte de intrarea în circuitul de răcire.

Pentru evitarea primului neajuns, se pot folosi table directoare, montate în camerele de apă la intrare și ieșire în așa fel încît să se evite zonele moarte.

4. *Rezultate de exploatare.* Întrucît noul procedeu de curățire este doar pe punctul de a fi introdus în centralele din țara noastră, vom indica rezultatele obținute într-o centrală din străinătate la un grup de 17 MW. După curățire neîntreruptă timp de două săptămîni prin metoda descrisă și folosind un număr de 100 de bile, țevile s-au curățat complet, astfel încît vidul turbinei a putut să atingă din nou valoarea inițială atinsă la probele de recepție ce avuseseră loc cu zece ani în urmă, iar pierderea de sarcină în condensator a scăzut cu 1 m. col. apă, țevile recăpătîndu-și aspectul inițial strălucitor. Ulterior, aplicînd procedeul numai trei ore zilnic și cu un număr de bile redus la 50, s-a constatat că țevile se mențineau perfect curate.

Prin suprimarea cheltuielilor de curățire antrenate de metodele folosite anterior s-au putut amortiza — numai în cîteva luni — cheltuielile de instalare a noului procedeu.

5. *Avantajele metodei noi de curățire.* Superioritatea noului procedeu față de toate cele folosite în trecut este așa de evidentă, încît nu vom face altceva decît să enumerăm pe scurt avantajele sale :

a) curățirea se poate face fără oprirea turbinei și fără reducerea sarcinii, ceea ce este deosebit de important în sistemele energetice deficitare ;

b) țevile se mențin curate tot timpul și, deci, turbina lucrează în mod continuu cu randamentul maxim, spre deosebire de celelalte procedee la care condensatorul lucrează în condiții optime numai foarte scurte perioade, imediat după curățire ;

c) costul de instalare este neînsemnat, iar cheltuielile de exploatare pentru deservire și pentru consum de energie sînt foarte reduse ;

d) evită riscul de slăbire a țevilor prin curățire mecanică și pericolul pentru fauna de rîu, în cazul clorinării apei de răcire ;

e) simplifică construcția condensatoarelor, nemai fiind nevoie de execuție în două jumătăți ;

f) reduce consumul de energie al pompelor de circulație, la care nu mai este nevoie să se prevadă un spor de presiune pentru învingerea pierderilor de sarcină suplimentare rezultate din creșterea frecărilor și din reducerea secțiunii de trecere.

6. *Exemplu de calcul de dimensionare a instalației.* Pierderea de sarcină în condensatoarele turbinelor moderne este de circa 4 m col. apă la debitul nominal de apă de răcire. Pentru a ține seama de pierderile suplimentare în tuburile exterioare și în conductele de racordare la ejector, se va mări această valoare la 5 m col. apă.

Cu notațiile din fig. 3, calculul decurge în felul următor :

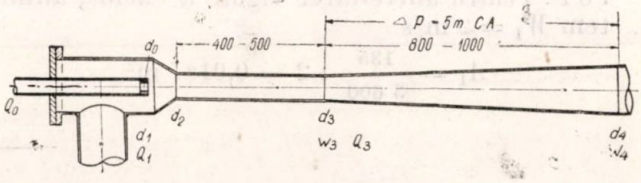


Fig. 3. Schema ejectorului.

a) Variația vitezei în difuzor rezultă din relația :

$$\Delta P = 5\,000 = \frac{\gamma}{2g} \cdot (W_3^2 - W_4^2) = 50\,(W_3^2 - W_4^2).$$

Pentru simplitate, admitem $d_4 = 2d_3$, deci $W_3 = 4W_4$, de unde

$$W_4 = \sqrt{\frac{5\,000}{750}} = 2{,}58 \text{ m/s}$$

și

$$W_3 = 4 \cdot W_4 = 10{,}32 \text{ m/s}.$$

Această valoare este acceptabilă, pentru că vitezele recomandate pentru camera de amestec sînt cuprinse între 5 și 10 m/s.

b) Debitul de circulație : după disponibilitățile de apă de injecție și după importanța mașinii, acesta poate să varieze între

anumite limite ; pentru acest exemplu de calcul luăm $d_3 = 80$ mm și deci :

$$Q_3 = 0{,}78 \cdot (0{,}08)^2 \cdot 3\,600 \cdot 10{,}32 = 180 \text{ m}^3/\text{h}.$$

c) Debitul de injecție și debitul antrenat : cu un coeficient de injecție de $u = 1/3$ rezultă :

$$Q_0 = 1/4\ Q_3 = 45 \text{ m}^3/\text{h} ;$$

$$Q_1 = 3/4\ Q_3 = 135 \text{ m/h}.$$

d) Presiunea de injecție. Ejectorii cu apă au randamentul de ordinul 0,45—0,6. Luăm $\eta = 0{,}5$ și deci :

$$\Delta P_0 = \frac{Q_1}{Q_0} \cdot \frac{1}{\eta} \cdot \Delta P_1 = 3 \cdot \frac{1}{0{,}5} \cdot 5\,000 = 30\,000 \text{kg/m}^2$$

Așadar, presiunea disponibilă la intrarea în ajutajul de injecție trebuie să fie de 3 at.

e) Viteza de ieșire din ajutaj. Cu un coeficient de pierdere prin frecări de $\varphi = 0{,}9$, se găsește :

$$W_0 = 0{,}9 \sqrt{\frac{20\,(30\,000 + 5\,000)}{1\,000}} = 24 \text{ m/s}.$$

f) Secțiunea de ieșire a ajutajului :

$$A_0 = \frac{45}{3\,600} \cdot 24 = 0{,}00052 \text{ m}^2$$

Deci,

$$d_0 = 25{,}8 \text{ mm}.$$

g) Conducta de aspirare a bilelor. Pentru antrenarea sigură a bilelor, admitem $W_1 = 2$ m/s

$$A_1 = \frac{135}{3\,600} : 2 = 0{,}0187 \text{ m}^2,$$

deci $d_1 = 150$ mm.

Tot cu titlu de orientare, dăm următoarele rezultate de calcul, pentru cazul cînd debitul sursei de injecție ar fi mai redus, iar pierderea de sarcină în condensator mărită ;

$$\Delta P_1 = 5 + 1 = 6 \text{ m col. apă} ;$$

$$d_4/d_3 = 2{,}5 = 150/60 ;$$

$$d_3 = 60 \text{ mm} ;$$

$$Q_3 = 100 \text{ m}^3/\text{h} ;$$

$$Q_0 = 25 \text{ m}^3/\text{h} ;$$

$$Q_1 = 75 \text{m}^3/\text{h} ;$$

$$P_0 = 3 \text{ at}.$$

Cu un raport $d_4/d_3 = 3$ și păstrînd $W_3 = 10$ m/s, se poate coborî d_3 la 50 mm.

III. Concluzii

Noua metodă de curățire fiind ușor de adaptat la orice instalație de condensare, iar avantajele de exploatare fiind incontestabile, se impune a fi aplicată pretutindeni unde calitatea apei de răcire conduce la depuneri în interiorul țevilor condensatorului.

Este de dorit ca rezultatele ce se vor obține la pimele aplicări în țară, cum și modalitatea executării bilelor să fie comunicate celor interesați printr-una din revistele tehnice.

Bibliografie

Dr. ing. Scalise M. :. *Metoda Taprogge de curățire continuă a condensatoarelor*, publicată în „La Termotecnica" vol. 3, martie 1957.

* * * : *Documentație din R. P. U. privind instalația de curățire de la Uzina Electrică Kelenföld.*

(063) (439.1)

DIN VIAȚA ASOCIAȚIILOR NAȚIONALE DE INGINERI ENERGETICIENI DIN ALTE ȚĂRI

Conferința de la Budapesta organizată de Uniunea științifică pentru industria energetică din R.P.U.

27 mai — 1 iunie 1957

În intervalul 27 mai — 1 iunie, s-a ținut la Budapesta o conferință energetică organizată de către „*Uniunea științifică pentru industria energetică*" din R.P.U. Conferința s-a ținut cu ocazia împlinirii a 100 de ani de la înființarea uzinei de gaz din Budapesta și a 50 de ani de fabricare de turbine cu abur de către industria maghiară.

Lucrările conferinței s-au axat pe două teme, și anume :

I. *Probleme legate de progresul centralelor electrice și al turbinelor* (cu sublinierea elementelor de termoficare).

II. *Probleme legate de întrebuințarea gazului metan și a gazelor* (rezultate ca produse ale proceselor industriale) drept combustibili.

Referatele prezentate la grupa I

1. Rezsö Száday — R. P. Ungară — „*Linii directoare în dezvoltarea construcției de turbine cu abur în R.P.U.*".

2. Ing. Emil Sóváry — R.P. Ungară — „*Comparație între turbinele de termoficare maghiare și turbinele de termoficare ale altor țări*".

3. Ing. Franz Kreuz — R. D. Germană — „*Rezultate de exploatare în centralele electrice cu contrapresiune*".

4. Prof. dr. Zoltán Komondy — R. P. Ungară — „*Informare asupra rezultatelor activității Institutului de cercetări termotehnice maghiar*".

5. Ing. Istvan Erdélyi — R. P. Ungară — „*Linii directoare pentru planificarea și construcția centralelor de termoficare și a rețelelor de distribuție a căldurii*".

6. Prof. dr. S.F. Kopjev — U.R.S.S. — „*Situația actuală și dezvoltarea de perspectivă a încălzirii la distanță în U.R.S.S.*".

7. Ing. Béla Magasházy — R. P. Ungară — „*Rezultate practice în problema încălzirii la distanță și considerații asupra introducerii ei în orașele vechi*".

8. Prof. András Lévai — R. P. Ungară — „*Caracteristicile cele mai importante în construcția centralelor electrice din R.P.U.*".

9. Ing. Béla Bátor — R. P. Ungară — „*Prepararea cărbunilor prin uscare*".

Referate prezentate la grupa a II-a:

10. Prof. dr. I. Varga — R. P. Ungară — „*Situația în general și perspectivele gospodăriei energetice a gazului în R.P.U.*".

11. Prof. dr. Carlo Padovani — Italia — „*Întrebuințarea gazului metan în Italia*".

12. Dr. ing. Stefan Gabmayer — R. Cehoslovacă: „*Situația industriei de gaz și întrebuințarea gazului metan în C.S.R.*".

13. Ing. Károly Sombegyi — R. P. Ungară — „*Efectele impurităților din gaz în rețeaua de gaze și în aparatele de gaz. Experiențe pentru înlăturarea perturbațiilor exploatării*".

14. Ing. Jenö Guman — R. P. Ungară — „*Întrebuințarea țevilor de azbociment pentru distribuția gazului*".

15. Ing. Ernst Röper — R.D. Germană: — „*Dezvoltarea industriei gazului în R.D.G.*"

16. Prof. August Götte — R. D. Germană: „*Un nou procedeu pentru distilarea huilei cu conținut mai mic de carbon*".

17. Ing. József Gloetzer — R. P. Ungară: „*Producerea gazului prin sinteză*".

18. Dr. ing. Béla Móry — R. P. Ungară — „*Rezultatele cercetărilor pentru cocsificarea cărbunelui în R.P.U.*".

19. Dr. ing. Péter Lázár — R. P. Ungară — „*Planificarea necesarului de energie în industria siderurgică*".

În cele ce urmează se va expune conținutul referatelor grupate pe probleme mai importante.

Referatele din grupa I

1. Linii directoare în dezvoltarea centralelor electrice și a construcției de turbine din R. P. Ungară. De această problemă se ocupă referatele 1 și 8.

Referatul 8 cuprinde problemele care preocupă energetica maghiară din punctul de vedere al construcției centralelor electrice, punînd accentul pe tendința ei de a nu rămîne în urmă față de dezvoltarea energeticii mondiale.

În R.P.U. acoperirea necesităților de energie electrică se face, în principal, de către centralele termoelectrice, întrucît energia produsă de către centralele hidroelectrice — astăzi foarte puține la număr (0,8%) — în 1957 va reprezenta abia 5% din producția totală de energie electrică. Alimentarea cu energie se bazează pe cărbuni. Or, Ungaria este o țară săracă în cărbuni, rezervele de cărbuni pe cap de locuitor reprezentînd abia 5% din media Europei.

Puterea calorifică medie a cărbunilor este de 3 400 kcal/kg, iar a cărbunilor întrebuințați în centrale este de 3 000kcal/kg, cu mențiunea că aceasta scade încontinuu, ca urmare a creșterii conținutului de apă și de cenușă. Cărbunii întrebuințați în exploatare au, de obicei, caracteristici diferite față de acelea avute în vedere la proiectarea centralei respective.

Creșterea, de la an la an, a consumului de energie electrică al R.P.U. este de 16—19%, adică dublu față de media din Europa (7—8%). Față de rezervele modeste de cărbuni, aceasta înseamnă consumul a 1% anual din rezervă, adică un apel de 10—20 ori mai mult decît, în general, în Europa. Ca urmare, producția energiei electrice trebuie să se facă cu un randament cît mai ridicat. Industria constructoare de mașini nu a ajuns însă la nivelul celei din străinătate în ce privește posibilitățile de materiale speciale și alte mijloace.

Rezultatele acestei situații se manifestă și în consumul specific al centralelor, în automatizări, unde — cu toate eforturile depuse — nu s-a putut atinge nivelul realizat în alte țări.

Ținînd seamă de cele expuse, se va arăta dezvoltarea centralelor electrice de condensație ale R.P.U., începînd cu anul 1945, din mai multe puncte de vedere, și anume:

a) *Economia de căldură* este determinată, în principal, de consumul specific ce se realizează în centralele electrice. După cum se știe, consumul specific de căldură poate fi micșorat prin construirea cazanelor și a turbinelor cu randamente ridicate, prin ridicarea parametrilor inițiali ai aburului, prin mărirea numărului de trepte de preîncălzire a apei de alimentare, cum și prin mărirea temperaturii finale a apei de alimentare, prin mărirea vidului și prin introducerea supraîncălzirii intermediare. De asemenea, micșorarea consumului specific pe întreaga țară depinde de corecta împărțire a sarcinilor pe centrale de către dispecer.

În privința parametrilor inițiali ai aburului, energetica ungară a realizat, la majoritatea centralelor construite în acest interval de timp, parametri înalți, adică 100 ata și 510 °C. În două centrale industriale s-au realizat instalații cu presiunea de 132 ata.

Temperatura finală a apei de alimentare a fost în continuă creștere, ajungînd la ultimele

centrale construite la 210 °C. Numărul de trepte de preîncălzire a crescut de la 3 la 5, în tehnica altor țări ajungînd în același timp la 9, iar temperatura apei de alimentare la 300 °C. Preîncălzitoarele de apă sînt trei de joasă presiune și două de înaltă presiune. Prin aceasta se obține degazorul mai ieftin și mai sigur în exploatare, înălțimea de pompare mai mică, respectiv puterea necesară pompei de alimentare mai mică. Această așezare corespunde, de altfel, practicii de peste hotare.

În R.P.U. se fac eforturi pentru mărirea vidului în condensatoare. Trebuie să se țină seama de faptul că, la răcirea în circuit închis, tendința este să se introducă turnurile cu tiraj artificial; la turnurile cu tiraj natural, pentru a fi posibil tirajul, diferența de temperatură între aer și apă, la intrarea în turn trebuie să fie de 8—10 °C, pe cînd la turnurile cu tiraj forțat numai de 2—3 °C, pentru același interval de răcire. Rezultă de aici importanța economiei de căldură (prin mărirea vidului). Trebuie amintit aici și sistemul de răcire al condensatoarelor după metoda Heller (condensator de amestec, în care apa de circulație este răcită în schimbător de căldură răcit cu aer).

Supraîncălzirea intermediară a fost întrebuințată în timpul celui de-al doilea război mondial cu cazane tip Sulzer — aburul evacuat de la tribuna înaintașă fiind din nou supraîncălzit cu abur de parametri înalți (100 ata 500 °C). Acest sistem nu s-a dezvoltat. Este în construcție o centrală cu supraîncălzire intermediară (ca ciclu înaintaș) prin gazele de ardere.

Ca urmare a eforturilor depuse, consumul specific de combustibil a scăzut, el rămînînd însă cu 10% mai mare decît în centralele corespunzătoare din străinătate. Aceasta se datorește, în principal, calității necorespunzătoare a cărbunilor (randamentul maxim obținut la cazane este de 85%, pe cînd în străinătate la unitățile mari s-a obținut 91—92%).

În anul 1957, consumul specific planificat pentru kWh emisă este 4 685 kcal/kWh.

b) *Formarea costurilor de investiții* este influențată de mărimea centralei, de numărul și de mărimea utilajelor principale, de felul combustibilului etc. Costul centralelor ungare realizate cu echipament indigen se apropie de acela al centralelor germane.

Centralele ce se proiectează în prezent sînt prevăzute cu cazane de 230 t/h și turbine de 50 MW. Aceste utilaje sînt mai mici decît cele ce se montează în același timp în Europa (cazane de 400t/h și turbine de 100—150 MW). Aceasta, deoarece industria ungară, pentru considerentele arătate inițial, nu a putut ține pas cu dezvoltarea rapidă a energeticii.

c) *Schema de conexiuni și exploatarea.* În centralele termoelectrice, s-a trecut la schema bloc pentru micșorarea costurilor de investiții. Centralele nou construite au, de obicei, cîte un cazan de rezervă, aceasta ca urmare a calității necorespunzătoare a cărbunilor. În acest fel, se poate folosi mai complet capacitatea de producție a centralei.

În instalațiile electrice, schema este bloc. Instalațiile de conexiuni de 120 kV au bare duble și bară de transfer. Consumul propriu de 10/3 kV se alimentează în derivație de la fiecare bloc, avînd și transformator de rezervă de 120/3 kV cu AAR. Începînd din anul 1945, în centralele R.P.U. nu se mai montează turbine de casă.

În ce privește numărul specific de personal pentru MW instalat, acesta este încă mare. În centrala Matra (126 MW, 80 ata, 480 °C, 5 turbine, 8 cazane), numărul specific de personal este de 9 oameni/MW.

d) *Dispoziția centralei și diverse utilaje.* La unele centrale, s-a trecut la întrebuințarea elementelor de construcție prefabricate. Pentru economia de investiții, se proiectează centrale la care peretele din spate al sălii cazanelor să fie format chiar de peretele cazanelor, iar acoperișul sălii de către acoperișul cazanelor. La alte centrale, pentru reducerea timpului de construcție, se lucrează cu schelet metalic pentru clădire, ca la centralele sovietice.

De la ventilatoarele centrifugale, s-a trecut, pe considerente de randament mai mare — la ventilatoare axiale. Din cauza uzurii lor prea mari în exploatare, s-a revenit însă la ventilatoarele centrifugale, luîndu-se, totodată, măsuri pentru utilizarea lor mai bună, prin reglarea permanentă a turației.

Separatoarele de cenușă și de praf din gazele arse sînt multicicloane. În unele centrale, s-au montat și electrofiltre. Rezultatele obținute cu ambele feluri de filtre sînt încă nesatisfăcătoare. La unele centrale, s-au montat în serie multicicloane cu electrofiltre. În prezent, se studiază separarea umedă a cenușii și a prafului din gazele arse. Transportul cenușii se face fie hidraulic, fie — acolo unde apa este deficitară — pneumatic.

Prepararea apei de adaos se face pe cale termică; în prezent, se introduc mase active.

Instalațiile de depozitare a cărbunilor sînt deservite de benzi de cauciuc, de buldozere și de greifere. În majoritatea centralelor, vagoanele sînt descărcate prin basculare.

e) *Construcția de turbine cu abur.* Referatul 1 arată dezvoltarea construcției de turbine în fabrica Lang, care și-a sărbătorit, în 1957, aniversarea a 50 de ani de existență.

Fabricarea turbinelor are o importanță deosebită pentru construcția centralelor electrice ungare, acestea folosind, în principal, drept combustibil cărbunele. Este necesar să se construiască turbine cu randament ridicat și de puteri unitare din ce în ce mai mari. Prima turbină construită de către fabrica Lang a fost de

600 PS, astăzi cea mai mare fiind de 32 MW. Prima turbină cu prize a fost construită în 1906, prima turbină cu contrapresiune în 1920, iar prima turbină în două corpuri cu prize în 1926. Începînd din anul 1947, proiectele se execută de către specialişti maghiari, părăsindu-se licenţele străine. Din 1946, fabrica Lang a produs mai multe turbine decît în primii 40 de ani, iar în ultimii zece ani producţia ei a fost următoarea :

— turbină de 25 MW într-un singur corp, 35 ata cu condensaţie ;

— turbină de 20 MW într-un singur corp, 35 ata cu condensaţie ;

— diferite turbine cu prize sau contrapresiune, pentru scopuri industriale.

La ora actuală, este în curs de construcţie o turbină de 50 MW (corespunzătoare gradului de dezvoltare a sistemului energetic) de 100 ata 500—530 °C, preîncălzirea apei în cinci trepte, temperatura apei de alimentare 210 °C. Această turbină de 50 MW este în două fluxuri la j. p. cu reacţie ; între înalta şi media presiune (17 ata) se poate adapta supraîncălzirea intermediară. Are două ventile de admisie şi patru ventile de reglare.

Fabrica Lang are, de asemenea, în construcţie o turbină de 110 ata/485 °C, cu contrapresiune de 100 t/h.

2. Probleme în legătură cu termoficarea

a) *Aspecte generale.* Problemele de termoficare au fost larg dezbătute în referatele 6 şi 7.

Referatul 6 prezintă situaţia în U.R.S.S. asupra căreia nu se insistă în acest cadru, ea fiind bine cunoscută cititorilor noştri.

Referatul 7 prezintă situaţia în R.P.U.

Instalaţia de încălzire la distanţă din Oraşul Stalin R.P.U. este prima de acest fel din ţară. Oraşul industrial a fost construit în 1950—1951 şi cuprinde 4 000 de locuinţe. Alimentarea cu căldură a oraşului şi a industriei din oraş se face dintr-o centrală de termoficare. Pentru încălzire, se întrebuinţează abur de priză de 6 ata. Sistemul de încălzire la distanţă este cu conductă dublă, cu reglare centrală a temperaturii apei calde, între valorile 130 °C pînă la 70 °C (temperatura în conducta de întoarcere), în case este predominant sistemul cu elevator.

În oraş se află o instalaţie centrală provizorie pentru distribuirea căldurii, de la care se ramifică reţeaua de distribuţie în oraş. Conductele sînt montate în canale de beton armat şi sînt izolate, cea mai mare parte cu vată de sticlă, iar restul cu termalit. Pe traseu sînt instalate cămine pentru purjare şi aerisire.

Apa este vehiculată prin conducte, cu ajutorul a două pompe, avînd un debit total de 360 t/h. S-a montat şi o instalaţie de expansiune, care, datorită înălţimii la care este situată, împiedică vaporizarea apei în conducte în momentele cînd pompele de circulaţie se opresc (apa fierbinte are 130 °C).

Pentru evitarea depăşirii presiunii maxime de 20 m col. apă, admisă pentru radiatoarele clădirilor, sînt montate în staţia centrală de distribuţie alte pompe şi dispozitive de supratensiune.

Spaţiul total încălzit în anii trecuţi a fost de 367 290 m³. Cantitatea maximă de căldură transportată a fost de 21,6 Gcal/h. Unele clădiri sînt prevăzute cu schimbătoare de căldură în contracurent. În iarna trecută, instalaţia a funcţionat 207 zile, la o temperatură exterioară medie de +4,2 °C. Zilnic instalaţia a fost în funcţiune 16 ore în medie. Necesarul maxim de căldură pentru o locuinţă a fost de 4 000 kcal/h. Costul pentru încălzirea unei locuinţe a fost de 6,2 Forint/m³, ceea ce revine la un cost mediu anual pentru o locuinţă de 740 Forint/an. Ca urmare a dezvoltării continue a oraşului, respectiv a reţelei de încălzire, pierderile hidraulice nu mai corespund celor prescrise, iar temperaturile apei sînt acum 114 °C şi 79 °C. Se impune luarea de măsuri pentru aducerea în limitele normale.

În ce priveşte termoficarea oraşului Budapesta, s-au făcut studii pentru a se examina necesităţile şi posibilităţile de realizare. S-a ajuns la concluzia că, pentru a se realiza instalaţiile de încălzire la distanţă pentru o suprafaţă de oraş de 21 km², cu o livrare de căldură de 800 Gcal/h şi cu o reţea de conducte de aproximativ 250 km, este necesar să se investească — pentru această instalaţie — 600 milioane Forint, ceea ce reprezintă, însă, numai o parte din costurile necesare de investiţii, deoarece la acestea trebuie adăugate costurile pentru centrala de termoficare, cum şi cele necesare instalaţiilor de încălzire centrală ale clădirilor. S-a ajuns la concluzia că, deocamdată, acest efort de investiţii nu poate fi suportat de către economia ungară. Ţinînd însă seama de avantajele termoficării, în special de economia de combustibil pe care o aduce, problema rămîne deschisă şi urmează a fi rezolvată în viitor.

b) *Turbine de termoficare.* Problemele privind turbinele, în special cele de termoficare, sînt tratate în referatele 2 şi 3.

Referatul 2 prezintă o comparaţie între turbinele de termoficare maghiare şi alte turbine de termoficare. În R.P.U. s-a dezvoltat pentru termoficare turbina cu contrapresiune variabilă. Pentru turbinele de termoficare, care funcţionează în sisteme de încălzire la distanţă cu apă fierbinte, se pot fixa următoarele patru cerinţe :

α) necesarul de căldură, corespunzător temperaturii aerului exterior pentru încălzire, trebuie luat de la turbina de termoficare, iar căderea entalpică a aburului pînă la temperatura

apei calde (dependentă de temperatura aerului exterior) trebuie folosită integral;

β) capacitatea disponibilă a cazanelor trebuie folosită integral, cu ajutorul turbinei de termoficare, iar debitul de abur nefolosit pentru încălzire trebuie trecut la condensator;

γ) puterea în condensație trebuie să fie independentă de necesarul de căldură și să nu fie produsă în condiții defavorabile celor ale unei turbine de condensație;

δ) pentru a micșora la maximum costurile de investiții și pentru a mări gradul de folosire a mașinii, turbina de termoficare trebuie să poată fi pusă în exploatare atît iarna, cît și vara, iar construcția ei să fie simplă.

Mai trebuie adăugat că, de obicei, în primii ani după punerea în funcțiune, se racordează la instalațiile de termoficare mai puțini consumatori, situație căreia turbina de termoficare trebuie să-i facă, de asemenea, față în condiții economice.

În U.R.S.S. s-au construit pentru termoficare turbinele de tipul VT și VPT, de condensație și cu prize.

În legătură cu satisfacerea de către aceste turbine a celor patru cerințe amintite anterior se observă următoarele:

— Presiunea aburului extras de la turbină pentru încălzirea apei nu mai este reglabilă după valoarea 1,2 ata, dar presiunea aburului necesar pentru încălzire este, în condițiile meteorologice ale R.P.U., pentru o durată de aproximativ 85% din perioada de încălzire, între 0,2 și 1 ata. Rezultă deci că aburul trebuie redus, ceea ce face să se producă corespunzător mai puțină energie electrică.

— Debitul integral al cazanelor nu poate fi folosit complet, deoarece cazanele sînt în așa fel dimensionate încît să poată acoperi necesarul de căldură în perioadele cele mai reci. În restul timpului, turbina nu poate înghiți în condensație debitul integral de abur, deoarece generatorul nu se poate supraîncărca (în afară de cazul celor răciți cu hidrogen).

— Turbina cu prize funcționează vara ca o turbină cu condensație, ceea ce face ca randamentul ei să fie cu 6—8% mai scăzut decît cel al unei turbine cu condensație de aceeași mărime. Aceasta se datorește înrăutățirii randamentului termodinamic al părții de înaltă presiune, pusă să funcționeze la un debit de abur mult mai mic decît acela pentru care a fost dimensionată.

— Construcția turbinei este monoax — deci simplă — și din acest punct de vedere ea se apropie de turbina ideală de termoficare.

În ce privește adaptarea turbinei VT la condițiile de climă ale R.P.U., se face următoarea observație: pentru un interval de timp de aproximativ 85% din durata de încălzire, presiunea aburului de priză trebuie să fie sub 1,2 ata. Este, deci, necesar ca presiunea să fie reglabilă și sub 1,2 ata. Pentru adaptarea cît mai corespunzătoare la condițiile de climă ale R.P.U., turbina de termoficare maghiară a fost realizată căutîndu-se a se reduce cît mai mult posibil abaterile de la cele patru cerințe fundamentale.

Turbina nouă de termoficare maghiară a fost montată în centrala din Sztálnaváros.

Încălzirea apei pentru rețeaua de termoficare se realizează în două trepte. Atît contrapresiunea, cît și presiunea aburului de la priza nereglabilă se reglează în funcție de temperatura apei calde, aceasta fiind dictată — la rîndul ei — de temperatura aerului exterior. La valori ridicate ale temperaturii aerului exterior, contrapresiunea scade sub 0,1 ata, ceea ce determină o destindere a aburului mai mare decît tipul VT. În aceste condiții, turbina maghiară de termoficare (cu contrapresiune variabilă și cu priză) poate produce, în condițiile climatice ale R.P.U., cu aproximativ 20—30% mai multă energie electrică decît tipul susamintit.

Consumul de abur al turbinei depinde de temperatura aerului exterior. Vara, mașina este oprită, și pentru folosirea capacității cazanelor, se folosește o turbină de condensație.

Constructorii maghiari de turbine au pășit, deci, la realizarea turbinei de termoficare prin descompunerea unei turbine cu condensație și prize în două mașini: una cu condensație pură și cealaltă cu contrapresiune variabilă. Se face observația că turbina cu contrapresiune variabilă poate funcționa și în condensație, dacă în schimbătorul de căldură de la ieșire se introduce apă rece. În acest caz însă, funcționarea turbinei este neeconomică.

În ce privește respectarea de către grupul de mașini de termoficare maghiar a celor patru cerințe fundamentale, enumerate anterior, situația este următoarea:

— punctele α, β și γ sînt îndeplinite;

— punctul δ nu poate fi îndeplinit, deoarece turbina cu contrapresiune se oprește vara; dacă însă, se ia în considerare numai turbina cu condensație, atunci și punctul δ este întrucîtva satisfăcut.

Mai există și alte tipuri de turbine de termoficare, care se situează — de fapt — între tipul sovietic VT și sistemul maghiar. În concluzie, tipul de centrală de termoficare maghiar, compus dintr-o turbină de termoficare cu contrapresiune variabilă și o turbină cu condensație montată lîngă prima, livrează în condițiile de climă ale R.P.U. aceeași cantitate de căldură și de energie electrică, cu un consum de combustibil cu aproximativ 4% mai mic decît acela al turbinei cu condensație și priză reglabilă. Avantajul consumului de combustibil micșorat dispare dacă dintre consumatorii planificați sînt racordați sub 1/3. La debite egale instalate în cazane, sistemul de centrală de termoficare

maghiar aduce o folosire a puterii instalate cu aproximativ 20% mai mare față de instalația cu condensație și priză.

Turbina de termoficare maghiară cu contrapresiune variabilă — prin schimbări relativ mici — poate fi trecută vara în regim de condensație, cu oarecare scădere de randament (față de turbina corespunzătoare de condensație), ceea ce face ca întrebuințarea turbinei să fie mai largă pentru diferite condiții.

c) *Rezultate în exploatarea turbinelor de contrapresiune cu abur în R.D.G.* Turbinele cu contrapresiune sînt întrebuințate în R.D.G. pe scară largă ca mașini înaintașe, în industria chimică, în cea petrolieră, a hîrtiei, industria textilă etc., cum și în centralele electrice (referatul 3).

Domeniul turbinelor cu contrapresiune cuprinde două grupe de turbine, și anume :

α) turbine înaintașe cu presiuni la intrare de 165—300 ata și temperaturi de 600—650 °C sau 70—110 ata și 500—525 °C, cu presiunea la ieșire de 15—31 ata ;

β) turbine cu contrapresiune cu presiuni de intrare mijlocii 15 — 40 ata, iar la ieșire 1,5—8 ata.

Turbinele din categoria α sînt, de obicei, întrebuințate în centralele electrice, producerea de energie electrică fiind determinantă. Aburul lor este prelucrat în continuare în turbine de condensație. Turbinele din grupa β sînt întrebuințate — în special — în industrie, producția de energie electrică fiind condiționată de debitul de abur necesar în contrapresiune.

Regimul acestor turbine este variabil de la industrie la industrie.

În ultima vreme, fabrica S.S.W. a produs turbine înaintașe de felul celor ce urmează :

— una turbină 600 °C 150 ata, contrapresiune 30 atü 120 t/h 11,4 MW. În domeniul temperaturilor înalte, se întrebuințează oțel austenitic, în rest oțel feritric cu 11% Cr ; funcționează de patru ani ;

— una turbină 650 °C 150—180 atü 30 ata contrapresiune 130 t/h 14 MW, aceleași materiale ca mai sus ; carcasa în formă de oală pentru a stăpîni ușor dilatările (temperatura în interiorul și exteriorul carcasei interioare este aceeași, deci jocuri radiale mici ; mașina este cu reacție, deci are randament ridicat ;

— una turbină 300—325 atü 600—625 °C, contrapresiune 117 atü 260 t/h 16,5 MW, carcasa oală ; carcasa nu are buloane, ci inele conice filetate ; turbina a trecut proba de mers și este gata pentru exploatare.

În ce privește turbinele propriu-zise, cu contrapresiune, acestea s-au construit pentru 15—40 atü 350—400°C cu 1,8—8 atü contrapresiune.

Turbine cu turație ridicată. În centralele electrice, fie ca turbine de casă, fie ca turbine pentru antrenarea pompelor de alimentare, s-au montat turbine cu turație ridicată 5 000—20 000 rot/min. În general, sînt cuplate prin angrenaj cu mașina antrenată. Jocurile radiale sînt mici, iar randamentul este ridicat din cauza turației ridicate (pînă la 77%).

Depunere de săruri pe paletele turbinelor. Factorii care influențează depunerea de săruri ce se găsesc în abur sînt : viteza aburului, dimensiunile și calitatea suprafeței canalelor paletelor. Supraîncărcarea cazanelor produce scuiparea aburului — respectiv depuneri de săruri. Turbinele se pot curăți fie pe cale chimică, în stare de repaus, fie în funcțiune (cu turație redusă).

Pentru a urmări depunerile de săruri, este neapărat necesar să se urmărească presiunile la trepte.

În anumite exploatări, la instalațiile S.S.W., turbinele sînt prevăzute cu înregistratoare de conținut de săruri, care sînt urmărite de către mecanicii de turbine. Pe scala aparatului, este arătat conținutul maxim de săruri admisibile în exploatare. Creșterea maximă de presiune la trepte admisă este de 15—20%, după care turbina trebuie curățată de săruri. Cel mai periclitat, la depunerea de săruri în turbină, este lagărul axial. La turbinele de acțiune, se poate produce, ca urmare a depunerii sărurilor în aceste locuri, deformarea rotorilor, respectiv deteriorarea labirinților axiali.

Conservarea turbinelor în repaus. Ca urmare a neetanșeităților, aburul pătrunde în turbinele în repaus, provocînd coroziuni în diferite locuri. Este necesar ca, între două organe de închidere, să se monteze un ventil pentru eliminarea apei ce se colectează. La turbinele cu priză, poate pătrunde abur din cauza prizelor. În acest caz, se practică conservarea cu aer cald produs de un preîncălzitor de aer electric (15 kW), cu aerisirile corespunzătoare.

În ce privește conductele de abur, este necesar să se controleze îndeaproape dilatările lor (să fie libere), așa încît să nu influențeze mersul turbinelor. Sînt cazuri cînd turbinele vibrează din cauza unor conducte, necorespunzător proiectate ca fixare.

Reglarea turbinelor cu contrapresiune se face prin reglarea contrapresiunii sau a presiunii cazanului.

Primul mod de reglare este necesar pentru menținerea presiunii constante în rețeaua de abur. În general, reglajul se face hidraulic ; la unele turbine — hidraulic și mecanic — prin tije. La acestea, este necesar ca tijele să fie corect controlate pentru ca jocurile în articulație să fie menținute constante, altfel influențîndu-se gradul de iregularitate. Este, de asemenea, necesar ca resoartele ventilelor de reglare să nu obosească, pentru a nu influența defavorabil reglarea.

Întreținerea uleiului trebuie făcută și mai atent decît la turbinele de condensație, deoarece temperatura carcasei este mai ridicată

în partea ei finală față de turbinele cu condensație. Ca urmare a influenței temperaturii, în ulei se formează asfalt, care poate fi curățat — cu bune rezultate — cu ajutorul filtrelor-presă. De obicei, se mai înseriază, înainte de filtru, un răcitor de ulei, pentru a se putea opri și parafina (pe baza scăderii temperaturii). Țevile răcitoarelor de ulei trebuie să fie, în orice caz, de alamă. care nu poate fi înlocuită prin cupru, deoarece acesta formează împreună cu uleiul săpunuri ce duc la alterarea uleiului.

Filtre magnetice. Pentru eliminarea, din circuitul de ulei, a particulelor de fier ce provin din uzura diferitelor angrenaje, se montează în circuitul de ulei filtre magnetice, care au dat bune rezultate în exploatare.

Apa în circuitul de ulei intră, mai ales, din cauza turbopompei de ulei montată pe rezervorul de ulei și pe labirinți. Trebuie să se ia măsurile corespunzătoare de etanșare și de evacuare a apei.

Creșterea contrapresiunii trebuie evitată. S-au construit dispozitive corespunzătoare (siguranța de contrapresiune). Pe de altă parte, scăderea contrapresiunii duce la suprasolicitarea mecanică a paletelor, prin mărirea căderii termice. Trebuie deci limitată.

Durata de funcționare a turbinelor cu contrapresiune este între 16 000—30 000 de ore, în exploatare continuă, aceasta însă ca urmare a unor materiale corespunzătoare, a unei exploatări corecte și a unor revizii de bună calitate.

3. Probleme în legătură cu ameliorarea cărbunilor

Problemele privind îmbunătățirea calității cărbunilor prin uscare sînt tratate de referatul 9.

Cantitățile de cărbuni necesare industriei maghiare au sporit de la an la an. Ca urmare a măririi apreciabile a extracției de cărbuni, calitatea cărbunilor s-a înrăutățit, crescînd, în special, conținutul lor în cenușă și în umiditate. Așa, de exemplu, cărbunele brun de Ajka a suferit între anii 1932—1955 o scădere a puterii calorifice de la 3 896 kcal/kg la 3 390 kcal/kg, o creștere a conținutului de cenușă de la 15,1% la 24% și o scădere a umidității de la 24,4% la 23,7%. În ce privește ligniții (Hidas, Matra etc.) aceștia au ajuns la umidități de 45—58%, lignitul de Borsód la 26—32%.

Ținînd seama de observațiile făcute, este necesară o îmbunătățire a calității prin prepararea cărbunilor (afară de spălare și sortare). Prepararea cărbunilor se poate face complet, fie la mină, fie la consumatori. Prepararea la mină prezintă avantajul de a reduce costurile de transport și dezavantajul de a necesita instalații corespunzătoare de producere a căldurii pentru uscare.

Prepararea cărbunelui la consumator necesită trei operații principale, și anume: concasarea, uscarea și sortarea. Această preparare se poate face fie centralizat, fie la fiecare punct important de consum. La prepararea centrală — creîndu-se un depozit intermediar — este necesar să se ia măsuri împotriva autoaprinderii cărbunilor.

Instalațiile de uscare individuală se fac, de obicei, în centralele electrice, pe lîngă fiecare cazan.

În industria maghiară s-au experimentat cîteva instalații de uscare cu sau fără sortarea cărbunelui după granulație. Instalațiile de uscare folosesc fie aer comprimat încălzit, fie gaze arse la temperaturi de 400—600 °C.

Principiul tuturor instalațiilor constă în trecerea agentului cald (aer sau gaze arse) printre particulele de cărbuni, acest agent cald avînd totodată și rolul de a transporta o parte din cărbune, făcînd — în acest fel — și separarea după granulație. Cea mai perfecționată instalație asigură uscarea și separarea cărbunilor în trei categorii: cărbune de granulație mare, cărbune mărunt și cărbune fin.

Rezultatele uscării, la probele făcute de către Institutul termotehnic al R.P.U., cu cărbune de Ormospuszta, a cărui umiditate este de 30—31%, au fost: reducerea umidității procentului de cărbune fin și a prafului de cărbune la 4%, iar a procentului de cărbune granulat la 24—26%. Capacitatea aparatului semiindustrial, cu care s-au făcut aceste probe, a fost de 700 kg/h. În viitor, se va pune în exploatare o instalație de uscare de 10—15 t/h. În momentul de față se experimentează o instalație de uscare a cărbunelui cu raze infraroșii; nu s-au obținut, însă, în laborator rezultate satisfăcătoare și se pare că procedeul este foarte costisitor.

În general, uscarea cărbunilor este necesară și avantajoasă pentru centralele electrice cu cărbune măcinat.

Ca urmare a uscării cărbunelui, crește puterea calorifică a cărbunelui și, o dată cu aceasta, crește și temperatura în focar. În cazul cînd această temperatură depășește temperatura de înmuiere a zgurii, apare pericolul de înfundare a cazanului, împotriva căruia trebuie să se ia măsuri de prevedere. Pentru uscarea cărbunelui se întrebuințează gaze din focar, amestecate cu gaze arse sau cu gaze după supraîncălzitor de 400—600 °C. Sînt necesare conducte și utilaj pentru vehicularea și reglarea acestor gaze, corespunzător debitelor și temperaturilor luate în considerare.

O dată cu creșterea temperaturii în focar, ca urmare a puterii calorifice crescute a cărbunilor, cresc și temperaturile în diferite puncte ale suprafețelor de încălzire ale cazanului. Ridicarea temperaturii gazelor după focar se poate evita prin extragerea unei cantități corespunzătoare de gaze arse din focar pentru uscarea cărbunelui.

Rezultatele cercetărilor Institutului termotehnic al R.P.U. au dus la următoarele concluzii :

— la cărbuni cu umiditate mare, în special la ligniți, uscarea trebuie să se facă la mină, în vederea reducerii cheltuielilor de transport și a cantităților inutil transportate (apa) ;

— la cazanele cu grătar, uscarea cărbunilor este interesantă numai în anumite cazuri, în special cînd se întrebuințează un cărbune cu o umiditate mult mai mare decît acela pentru care s-a construit cazanul ;

— uscarea cărbunilor, la centralele cu praf de cărbune, trebuie să se facă la fiecare cazan în strînsă legătură cu măcinarea și cu arderea cărbunelui ;

— la cazanele cu evacuarea zgurii lichide, este absolut necesară instalația de uscare.

Referatele din grupa a II-a

Întrebuințarea în diferite țări a gazului metan și a gazului produs prin distilarea cărbunilor este tratată de referatele 10, 11 și 12.

1. Gospodărirea gazării în R.P.U. Referatul 10 prezintă situația gospodăririi energetice a gazului în R.P.U.

Întrebuințarea gazului în R.P.U. pentru luminatul străzilor a determinat cu o sută de ani în urmă construirea unei uzine de gaz, a cărei activitate se desfășoară în plin și astăzi.

Treptat, gazul provenit din distilarea huilei în uzina din Pesta a pătruns și în locuințe, pentru încălzit, ceea ce a forțat mărirea producției de gaz, respectiv înființarea altor uzine de gaz.

Pe măsura trecerii la luminatul electric, gazul a rămas să se întrebuințeze în scopuri casnice și în industrie.

Înainte de primul război mondial, s-au făcut investiții în vederea folosirii gazului metan din Transilvania. Potrivit hotărîrii conducerii din vremea aceea, nu s-a aprobat construcția unei conducte de transport de la Saroș la Budapesta, gazul metan rămînînd să fie folosit numai local.

Rețeaua de gaz din Pesta s-a întins și în Buda, astfel încît în anul 1910, consumul de gaz a fost de 63 mil. m^3, iar lungimea rețelei de conducte a fost de 632 km, cu aproximativ 22 000 puncte luminoase. Producția celor cinci uzine de gaz — 280 000 m^3 zilnic — făcea cu greu față consumului la vîrful de încărcare. Puterea calorifică a gazului este de 5 000—5 500 kcal/Nm^3, iar cărbunele folosit înainte de primul război mondial era cărbune de Silezia.

O dată cu creșterea consumului de gaz, s-au făcut cercetări geologice pentru a se ști dacă subsolul conține gaz metan, fără a se obține însă rezultate pozitive. Pentru acoperirea nevoilor de gaz ale țării, este necesar importul de gaz din străinătate.

2. Folosirea gazului metan în Italia. Referatul 11 tratează despre folosirea gazului metan în Italia. În Italia gazul metan este cunoscut încă din vremea romanilor, care-l întrebuințau, în oarecare măsură, la încălzit. O dezvoltare deosebit de rapidă a avut industria gazului metan în perioada 1935—1945, condiționată de motive militare, politice și valutare. În această perioadă, gazul metan a fost întrebuințat cu precădere drept combustibil la motoare.

Trecerea la folosirea gazului metan în motoare a fost însoțită de o dezvoltare corespunzătoare a industriei producătoare de rezervoare de oțel cu crom-nikel sau cu crom-molibden, pentru presiuni ridicate (200 ata) necesare depozitării gazului. În felul acesta, s-au obținut reduceri importante ale greutății rezervorului, față de greutatea rezervorului pentru benzină, luîndu-se — în același timp — măsuri de siguranță corespunzătoare recipienților sub foarte mare presiune.

Industria a trebuit însă să rezolve și problema carburației, cum și alte probleme ale motorului, în așa fel ca el să poată concura avantajos cu motorul cu benzină și cu motorul Diesel. Ea a trebuit să producă instalații de comprimare și conducte corespunzătoare consumului sporit de gaz metan. În anii 1942—1944, producția de gaz metan a fost de 50 mil. Nm^2/an, din care aproximativ 80% s-a folosit pentru motoare.

Adîncimea sondelor s-a mărit, de la cîteva sute de metri, la 2 000—3 000 m. Rețeaua de conducte din țară a ajuns la mai mult de 4 000 km lungime. În anul 1956, producția a fost de 4 miliarde Nm^3 și a reprezentat, în bilanțul energetic al țării, 11,5%. În anul 1955, s-au întrebuințat pentru motoare 200 mil Nm^3, adică aproximativ 5,5% din producția anuală.

Dezvoltarea rapidă a producției de gaz metan a permis utilizarea lui drept combustibil și în industrie, în special, la cuptoarele de oțel, ceea ce a fost posibil datorită calităților tehnice ale gazului metan : reglarea ușoară a flăcării, obținerea temperaturilor ridicate, arderea cu exces mic de aer, fumul necorosiv, flacără curată.

Folosirea gazului metan în centralele electrice a fost impusă, pe de o parte, de folosirea completă a resurselor hidraulice și, pe de altă parte, de insuficiența celorlalți combustibili. Producția de energie electrică a țării a fost în 1955 de 38,5 TWh, creșterea de la an la an fiind de aproximativ 6%.

Gazul ce se consumă în centralele electrice se repartizează aproximativ 40% în centrale de bază și 60% în centrale de vîrf.

În industria chimică, gazul metan se întrebuințează pe scară mare ca materie primă. A luat o mare dezvoltare transformarea gazului

metan în diferite produse, ca : negru de fum şi, în special, hidrocarburi, benzol, acetilenă etc. (prin piroliză sau prin oxidare parţială).

Consumul de gaz metan pentru scopuri casnice a fost în anul 1955 de aproximativ 310 mil Nm³, asigurat printr-o reţea de conducte dezvoltată. În Italia, există oraşe care vor trece în curînd de la folosirea gazului produs prin distilarea huilei la întrebuinţarea gazului metan (Verona).

3. Dezvoltarea industriei de gaz cehoslovace. Referatul 12 expune dezvoltarea industriei de gaz cehoslovace, cu considerarea folosirii gazului metan în Slovacia.

Nivelul crescut al producţiei, al productivităţii, al mecanizării muncii, într-o ţară, este indicat de consumul de energie pe cap de locuitor pe an. Întrebuinţarea gazului pentru energia termică uşurează mecanizarea şi automatizarea diferitelor procese de lucru, cum şi deservirea instalaţiilor de combustibil în industrie şi în domeniul casnic. Consecinţa acestor avantaje este pe de o parte concentrarea producţiei de gaz şi pe de altă parte construirea unei dezvoltate reţele de conducte, în vederea transportului la distanţă al gazului.

Consumul de gaz pe cap de locuitor situează Republica Cehoslovacă pe locul al şaptelea în lume (aceasta şi ca urmare a dezvoltării industriei grele a ţării).

Industria de gaz din C.S.R. s-a dezvoltat atît pentru acoperirea necesităţilor consumului casnic, cît şi pentru acoperirea necesităţilor consumului industrial. Este de observat că, iniţial, s-au dezvoltat surse locale pentru producerea gazului din cărbune. În timpul celui de-al doilea război mondial, s-au pus bazele gazificării sistematice în C.S.R., prin construirea unei uzine de gaz de înaltă presiune, a unei instalaţii cu compresoare în Ostrava şi a conductelor corespunzătoare pentru transportul la distanţă.

Prin raţionalizarea industriei de gaz — după eliberare — s-au creat condiţiile pentru desăvîrşirea gazificării în toată ţara — în mod organizat şi sistematic. Aşa, de exemplu, baza de materie primă pentru gazificarea în Boemia o formează rezervele de cărbune brun din nordul Boemiei, pentru Moravia cărbunele de Ostrava. Prin mărirea capacităţii uzinei de gaz de înaltă presiune din Boemia, cum şi prin construirea altor uzine de gaz, respectiv a unui combinat chimico-energetic care face posibilă obţinerea de gaz din combustibili inferiori, va creşte producţia de gaz. Prin construirea unei conducte de transport corespunzătoare se vor putea lega cele două sisteme producătoare şi consumatoare de gaz din Boemia şi Moravia, în vederea folosirii mai complete a rezervelor.

Pentru acoperirea vîrfului de consum se impune folosirea rezervelor de gaz metan din Moravia de sud şi din vestul Slovaciei. În scurtă vreme, se va alimenta cu gaz aproximativ 30% din populaţia Republicii Cehoslovace.

În ce priveşte gazificarea în Slovacia, aceasta trebuie să se facă cu gaz metan. Gazul metan din C.S.R. are 98—99% CH_4 şi puterea calorifică de 9 500 kcal/Nm³. În dezvoltarea folosirii gazului metan, se deosebesc în prezent trei trepte de dezvoltare.

— Prima treaptă de dezvoltare se realizează prin construcţia rapidă a conductei spre Bratislava şi prin întrebuinţarea cu precădere a gazului pentru ardere în focarele cazanelor. Prin construcţia conductei pînă la Bratislava se asigură aprovizionarea din plin cu gaz a capitalei Slovaciei.

— Treapta a doua de dezvoltare constă în extinderea conductei de transport la distanţă a gazului în vestul Slovaciei şi în întrebuinţarea gazului metan pentru acoperirea necesarului de căldură în industrie şi în scopuri casnice.

— Treapta a treia de dezvoltare înseamnă realizarea ramificaţiilor conductei principale, în special pentru folosirea gazului metan în industria chimică.

Aceste trepte de dezvoltare a reţelei de gaz pot fi coordonate cu interconexiunea cu ţările producătoare de gaz, şi anume cu R.P.R. şi cu R.P.U.

Acest fapt este legat de avantajele pe care le oferă gazul metan, în comparaţie cu cărbunele.

În C.S.R., consumul de gaz necesar unui locuitor pe an este de $2{,}6 \times 10^6$ kcal şi se repartizează după cum urmează :

încălzire . . . . . $2{,}10^6$ kcal ;
pentru apă caldă . . . . $0{,}30.10^6$ kcal ;
bucătărie . . . . . $0{,}20.10^6$ kcal ;
baie . . . . . $0{,}10.10^6$ kcal.

Randamentul mediu al folosirii căldurii într-o gospodărie este cel din tabela următoare :

	Cărbune	Gaz	Energie electrică
Încălzire	0,50	0,80	1
Pentru apă caldă	0,30	0,85	0,90
Bucătărie	0,10	0,60	0,70
Baie	0,30	0,70	0,70

Din cifrele redate în tabelă, rezultă că gazul metan prezintă, la folosirea în scopuri casnice, aproape aceleaşi avantaje faţă de cărbune ca şi energia electrică.

Gazificarea în Slovacia, în special în partea de vest unde densitatea populaţiei este mare, conduce la descărcarea reţelei de transport de mari cantităţi de cărbuni pe calea ferată şi pe şosele, la ridicarea productivităţii muncii, contribuind totodată la accelerarea industrializării Slovaciei şi la ridicarea nivelului de viaţă al populaţiei.

Ing. Corneliu Rurducea

621.311.1 (47)

Energetica sovietică în 40 de ani*)

Puterea totală instalată în centralele electrice în anul 1913 în Rusia a fost de 1 mil. kW, iar producția de energie electrică nu a depășit cifra de 2 miliarde kWh. Ca urmare Rusia ocupa în anul 1913 al cincisprezecelea loc în lume în ce privește situația gospodăriei energetice.

În afară de aceasta, primul război mondial și războiul civil din Rusia au avut ca urmare scăderea producției de energie electrică în așa măsură încît în anul 1920 centralele electrice ale Uniunii Sovietice au produs numai 0,5 miliarde kWh.

Cei 40 de ani de putere sovietică au însemnat pentru energetica U.R.S.S. 40 de ani de muncă încordată și perseverentă în îndeplinirea planului GOELRO și a planurilor cincinale în scopul prosperării gospodăriei energetice.

Ca rezultat, centralele U.R.S.S. produc actualmente 210 miliarde kWh anual — adică cu mai mult de 105 ori decît în anul 1913 și 420 ori mare mai mult decît în anul 1920.

Puterea instalată în centralele electrice ale U.R.S.S. în anul 1957 a fost de 45 de ori mai decît cea din perioada anului 1913.

Grandiosul program de dezvoltare a energeticii sovietice prevede în anul 1960 o producție anuală de energie electrică de 300 miliarde kWh.

1. Termoenergetica

Puterea instalată în primele centrale termoelectrice, construite în cadrul planului GOELRO, nu depășea 100 MW. Turbinele aveau între 10 și 25 MW, iar cazanele de abur — 40—75 t/h. Parametrii aburului pentru aceste agregate aveau valori cuprinse între 13 și 16 ata, 325 și 350°C și 22 ata și 425°C. Înainte de începerea celui de-al doilea război mondial (1940) s-au dat în exploatare CTE de 150—200 MW cu parametrii aburului viu de 29 ata și 400°C. În același an la CTE Stalinogorsk a fost instalată o turbină de abur de 100 MW construită în U.R.S.S. Debitul cazanelor în această perioadă a ajuns la 110, 150 și 180 t/h.

O dată cu construirea cazanelor cu trecere forțată a fost dată în exploatare CET-9 din Moscova la parametrii aburului 130 ata și 500°C.

Începînd cu anul 1946 puterea CTE nou construite ajunge la peste 300 MW, iar la sfîrșitul anului 1956 la 400—610 MW. Peste 95 % din puterea instalată în CTE între anii 1950 și 1956 a fost la parametrii aburului 100 ata și 500°C. În anul 1956 în CTE ale U.R.S.S. se găseau în exploatare 39 turbine cu condensație de 100 MW; debitul cazanelor a ajuns în acest timp la 230 t/h.

Anul 1954 în energetica sovietică se evidențiază prin pornirea turbinei cu condensație de 150 MW la 170 ata și 560°C cu cazane de 240 t/h la CTE Cerepețk, iar în anul 1956 la aceeași CTE funcționau trei turbine asemănătoare.

Din anul 1955 s-au început construcții de turbine la parametrii aburului de 140 ata și 570°C și apoi 170 ata și 580°C. Puterea turbinelor cu condensație ajunge la 200 MW, iar a celor cu contra presiune la 50 MW. Debitul cazanelor crește pînă la 400, 500 și 640 t/h.

În ultimii ani, energetica sovietică a cunoscut progrese însemnate; se construiesc CTE de 1 200 MW cu echipamente dintre cele mai moderne. În tabela 1 se dau cîteva caracteristici mai importante ale unor cazane care vor forma baza construcției de cazane în cel de-al șaselea cincinal.

Tabela 1

Nr. crt.	Parametrii aburului		Temperatura aburului supraîncălzirii intermediare °C	Debitul t/h	
	Presiunea ata	Temperatura °C		Cu tambur	Cu trecere forțată
1	100	540	—	100,160,220 430	110,220
2	140	570	570	160,420,500	250,420,640
3	175—180	590—610	570	240	260
4	230	610	570	—	620
5	310	660	565/555	—	700—800

În tabela 2 se dau tipurile turbinelor cu abur la parametrii înalți și supracritici cu caracteristicile mai importante .

Economicitatea centralelor termoelectrice a atins valori însemnate în ceea ce privește, în special, consumul specific de combustibil convențional (tabela 3).

La unele centrale consumul specific de combustibil a scăzut pînă la 370 g/kWh (CTE—Cerepețk).

Numai în ultimii cinci ani numărul de personal a scăzut de la 10 la 6 oameni la 1 000 kW.

Respectarea regulilor privind exploatarea la CTE și înalta disciplină în muncă au avut ca rezultat creșterea duratei de utilizare a puterii instalate, care în anul 1956 a fost de 5 700 ore.

2. Termoficarea urbană

Primele instalații de termoficare urbană au apărut la Leningrad în anul 1924, iar în Moscova în anul 1929.

Plenara Comitetului Central al Partidului Bolșevic al U.R.S.S. din anul 1931 a subliniat oportunitatea dezvoltării termoficării urbane în cadrul planului de electrificare a țării pentru o

*) *Energomașinostroenie* nr. 11/1957; *Teploenerghetica* nr. 11/1957, *Electriceskie Stanții* nr. 11/1957.

Tabela 2

Grupa	Tipul turbinei	Puterea nominală MW	Parametrii aburului viu				Numărul de cilindri	Observaţii
			Presiunea ata.	Temperatura C	Temperatura supraîncălzirii intermediare °C	Contrapresiunea ata		
1	2	3	4	5	6	7	8	9
Turbine la parametri înalţi ai aburului	VR—6—3	6	90	535	—	31	1	Cu contrapresiune
	VR—12—2	12	90	535	—	31, 18 şi 11	1	Idem
	VPT—12—2	12	90	535	—	0,05	1	Priză reglabilă, 8—13 şi 0,7—2,7 ata
	VK—25—2	25	90	535	—	0,035	1	Cu condensaţie
	VT—25—5	25	90	535	—	0,05	1	Priză reglabilă 0,7—2,7 ata
	VPT—25—4	25	90	535	—	0,05	1	Priză reglabilă 8—13 şi 0,7—2,5 ata
	VRT—25—1	25	90	535	—	31	1	Cu contrapresiune
	VRT—25—2	25	90	535	—	18	1	Idem
	VK—50—3	50	90	535	—	0,035	1	Cu condensaţie
	VPT—50—2	50	90	535	—	0,03	2	Cu priză reglabilă 10—16 şi 0,7—2,7 ata
	VKT—100	100	90	535	—	0,03	2	Cu condensaţie
	VK—100—6	100	90	535	—	0,035	2	Idem
Turbine la parametri ridicaţi ai aburului	PVR—25—18	25	130	565	—	18	1	Cu contrapresiune
	VPT—50—3	50	130	565	—	0,03	2	Prize reglabile la 10—16 şi 0,7—2,5 ata
	PVK—100	100	130	565	565	0,035	2	Cu condensaţie
	PVK—150	150	130	565	565	0,035	2	Idem
	PVK—200	200	130	565	565	0,035	3	Idem
Turbine la parametri supraînalţi ai aburului	SVR—50—3	50	200	580	—	34	1	Cu contrapresiune
	SVR—50—4	50	220	600	—	34	1	Idem
	SVK—150—2	150	170	580	535	0,03	3	Cu condensaţie
	SVK—200	200	220	600	565	0,03	3	Idem
	SVK—200	200	220	600	535	0,035	3	Idem
Parametri supracritici	SKR—100	100	300	650	520	32	2	Cu contrapresiune
	SKK—300	300	300	650	565/565	0,035	—	Cu condensaţie

Tabela 3

Anul	1928	1932	1937	1940	1945	1950	1955	1956
g/kWh	820	761	624	597	576	542	479	463

serie de oraşe mari existente ca: Harcov, Leningrad, Moscova şi altele, precum şi a unor oraşe noi ca Celeabinsk, Stalingrad etc.

La 1 octombrie 1932 în U.R.S.S. se aflau în funcţiune 50 de CET industriale cu o putere totală de 470 MW şi 10 CET urbane cu o putere totală de 40 MW. Lungimea reţelelor termice a fost de 130 km. Concomitent, a început construcţia a încă 18 CET industriale şi urbane pentru o putere totală de proiect de 900 MW.

Puterea CET în anul 1940 a atins cifra de 2 000 MW, lungimea reţelelor termice — 650 km, iar căldura livrată — 25.10^6 Gcal/an, dintre care 50 % pentru termoficare industrială. Economia rezultată din termoficare în anul 1940 a fost de $2{,}5.10^6$ t/combus. convenţional.

Cel de-al doilea război mondial a frînat într-o măsură oarecare dezvoltarea termoficării, însă după terminarea acestuia ritmul de construcţie a instalaţiilor de termoficare a crescut şi mai mult, astfel că în anul 1956 numai M.C.E. avea construite 120 CET cu o putere instalată de 6 000 MW, care au livrat o cantitate de căldură de 76.10^6 Gcal/an.

La sfîrşitul anului 1956 în U.R.S.S. au fost termoficate 230 oraşe şi 95 de colonii muncitoreşti. Consumul specific de combustibil convenţional al CET a fost cu 15—35 % sub cel al CTE la parametrii aburului de 90 ata, 500°C (CET—19 Mosenergo- 343 g/kWh, CET Novoufimscaia — 267 g/kWh, CET Novocuibîşevscaia —262 g/kWh etc. Chiar la CTE Cerepetc, la parametrii aburului de 170 ata şi 550°C, consumul de combustibil a fost de 370 g/kWh.

Numai pentru Moscova se livrează, anual, peste $7{,}3.10^6$ Gcal (1956) de la CET cu o putere totală de 2 100 MW, în timp ce în anul 1940 puterea instalată în CET era abia 220 MW.

Creşterea consumului de căldură sub formă de abur a crescut în ultimii zece ani de 2,2 ori

în timp ce consumul de apă caldă a crescut de 6,5 ori. Consumul anual de căldură acoperit prin termoficare pentru orașul Leningrad este de 2.10^6 Gcal/h (în anul 1956), livrat celor 1 640 de clădiri termoficate.

În ultimii ani s-a dezvoltat termoficarea într-o serie de orașe mari ca : Gorki, Ivanovo, Kalinin, Kazan, Stalingrad, Kiev, Kuibîșev, Perm, Novosibirsc și altele. Creșterea anuală a consumului de căldură livrat de CET este de 16 %. Printre alte avantaje ale termoficării se poate enumera și reducerea de personal. Dacă, în cazul încălzirii centrale sînt necesari 5—10 oameni pentru 1 Gcal/h, în cazul termoficării numărul lor se reduce de 5 ori.

Echipamentul CET ca putere unitară și parametri nu se deosebește decît în mică măsură de cel al CTE. Turbina cu abur de tipul AT-25-1 cu priză reglabilă de 100 t/h la 1,2-2 ata construită de L.M.Z. la parametrii aburului viu 29 ata și 400°C a fost în acea vreme cea mai mare turbină cu priză de termoficare din lume.

Actualmente sînt proiectate turbine puternice de termoficare de 50 și 100 MW la parametrii aburului de 130 ata și 565°C cu încălzirea condensatului și a apei de rețea în multe trepte, cu prize reglabile la 0,5 — 0,8 ata. Cantitatea de căldură livrată de la CET mari (de ordinul 300 MW) ajunge la valori cuprinse între 1 000 și 1 200 Gcal/h, dintre care circa 70 % sub formă de abur pentru scopuri tehnologice.

Lungimea magistralelor termice de la CET la cel mai îndepărtat consumator pînă în anul 1956 a fost de maximum 12 km (orașul Harkov). În prezent, se execută rețele termice de lungimi pînă la 20—30 km, care vor alimenta cu căldură orașul Moscova de la CET construite în afara orașului. În asemenea cazuri apa fierbinte are temperatura de calcul de 170—180°C. În viitor termoficarea urbană în U.R.S.S. se va dezvolta într-un ritm și mai pronunțat.

Acoperirea vîrfului sarcinilor termice se va face de la cazane de vîrf de debite mari la parametri scăzuți. Se va mări consumul de apă caldă pentru scopuri menajere, se vor experimenta noi tipuri de construcții de rețele termice, metode și materiale termoizolante și se vor introduce, pe scară mare, automatizarea și controale la distanță a rețelelor termice.

3. Hidroenergetica

Programul vast de utilizare a resurselor hidroenergetice a rîurilor și fluviilor U.R.S.S. a început cu construirea CHE Volhxovscaia, care a fost dată în exploatare în anul 1926 cu o putere instalată de 26 MW. Între anii 1926 și 1928 au fost construite o serie de centrale hidroelectrice de puteri mici și medii în diferite regiuni ale U.R.S.S. : Daghestan —4,2 MW, Rion—48 MW, Zemo-Avcealscaia — 36,8 MW, în Asia, Altai și altele.

În anul 1928 a început construcția puternicii CHE Dneprovskaia pentru o putere instalată de 540 MW. Concomitent au început construcții de CHE în cascade la Alma-Ata, cu o putere totală de 158 MW, pe rîul Razdansk, cascada Cevano-Pazdansk — 224 MW, cascada centralelor electrice pe rîul Svirsk cu 5 CHE dintre care ultimele două au o putere instalată de 260 MW. În anul 1932 intră în construcție CHE ale cascadei Volga, cu centralele Ivancovscaia, Ugliciscaia, Șerbacovscaia. În perioada 1929—1940 au fost construite 50 CHE cu o putere totală de 1 600 MW. În timpul celui de-al doilea război mondial o parte din CHE au fost distruse, dintre care cea de pe Nipru, care a necesitat modificări și reparații însemnate, avînd ca urmare o creștere a puterii instalate pînă la 650 MW.

După 1945 au început să se construiască CHE pe fluviul Angara, Enisei, Obi, Irtîș, Kama, Volga și altele. Astfel, au fost construite 50 CHE cu o putere totală de 2 500 MW, dintre care CHE Șcerbacov cu o putere de 330 MW.

Începînd cu anul 1947 hidroenergetica a mers pe calea folosirii complexe a resurselor hidroenergetice prin construirea de CHE puternice, irigarea suprafețelor învecinate bazinelor de acumulare, dezvoltarea navigației fluviale etc.

Cu construcția canalului navigabil Volga-Don și CHE Țimleansk de 165,5 MW a început o nouă perioadă a dezvoltării hidroenergeticii sovietice. În cinci ani de exploatare, CHE Țimleansk a produs 750.10^6 kWh anual, a asigurat navigația prin complexul canal Volga-Don, a irigat peste 130 000 ha de pămînt, iar producția pescuitului a crescut de peste 10 ori. Concomitent cu aceasta au fost construite marile centrale hidroelectrice Kahovscaia, Gorkovscaia și Kamscaia. În această perioadă au început lucrările de proiectare și pregătire pentru construcția celor mai mari CHE Kuibîșev și Stalingrad de 2 100 MW și respectiv 2 310 MW.

În anul 1956 puterea nouă instalată în CHE a fost de 2 384 MW.

Ultimii ani se caracterizează prin dezvoltarea hidroenergeticii în Siberia : a fost dată în exploatare CHE Usti-Kamenogorscaia pe fluviul Irtîș și CHE Irkutscaia pe rîul Angara ; se construiește CHE Novosibirscaia pe fluviul Obi și CHE Buhtarminscaia pe Irtîș.

Recent, a început construcția unor mari CHE : Bratsk pe Angara de 3 600 MW și Krasnoiarsk de 4 000 MW. Cu aceste centrale a început construcția cascadei Angara-Enisei, care va însuma o putere totală instalată de 10 000 MW și respectiv pe Enisei 20 000 MW și vor produce anual 70.10^6 MWh pe Angara și 120.10^6 MW pe Enisei.

În afară de construcția de noi CHE, hidroenergeticienii sovietici îmbunătățesc și indicii de exploatare ai centralelor existente prin introducerea automatizării și telemecanizării. Acest

lucru a avut ca urmare o reducere în această perioadă a numărului de personal de la 2 la 1 om pe MW instalat.

În tabela 4 se dă dinamica creşterii puterii turbinelor hidraulice începînd cu anul 1924.

Tabela 4

Anul	1924	1925	1926	1930	1931	1937	1939	1946	1952	1954
Puterea turbinei în MW	0,37	1,1	1,1	12,6	12,6	55	55	75	75	105

4. Centrale atomoelectrice

Prima centrală atomoelectrică din lume construită în U.R.S.S. la o putere de 5 000 kW a reprezentat începutul unei noi ere în domeniul energetic. Pe baza experienţei cîştigate şi a cercetărilor în acest domeniu s-au proiectat şi s-a început construcţia unor mari CAE. Astfel se află în curs de construcţie o CAE a cărei primă etapă va avea o putere instalată de 420 MW. Reactoarele nucleare sînt de tipul cu apă la 100 ata ca moderator şi agent termic. O parte din CAE destinate în deosebi experimentării vor avea instalate turbine cu abur de 70 MW.

5. Reţele electrice şi sisteme energetice

Înainte de Revoluţia Socialistă din Octombrie 1917 în Rusia era construită o singură linie electrică de transport la 70 kV de 70 km, care unea o singură CHE cu oraşul Moscova. Chiar în timpul războiului civil au început lucrări importante de construcţii de reţele electrice menite să formeze sisteme energetice puternice. În anul 1922 a intrat în funcţie prima linie electrică de 110 kW, lungă de 101 km, care a legat CTE-Kaşir cu Moscova. Construirea CHE-Dneprovscaia a impus construirea în 1932 a unei reţele electrice de transport la 154 kV. În anul următor 1933 a intrat în funcţiune prima linie de 220 kV la Leningrad. În ultimii ani construirea giganţilor energetici de la Stalingrad şi Kuibîşev pe Volga şi necesitatea transportului la distanţa de 1 000 km a unor cantităţi de energie electrică de ordinul $4-6.10^9$ kWh anual a avut ca urmare construirea unor reţele de transport la 400 kV. Astfel, în anul 1956 a fost pusă în funcţiune o reţea electrică de transport de 400 kV care leagă CHE Kuibîşev de oraşul Moscova.

Ca urmare a cerinţelor însemnate de energie electrică, care depăşesc posibilităţile de construire a reţelelor electrice, şi în scopul economisirii materialelor sînt în curs lucrări importante de trecere a reţelelor electrice la tensiuni superioare. În sistemul energetic din Ural au fost trecute la tensiunea de 154 kV linii electrice care au fost proiectate pentru 110 kV. Încercările efectuate au arătat că trecerea reţelei electrice Kuibîşev-Moscova de la 400 la 500 kV măreşte capacitatea de transport cu 25—30 %, iar investiţiile suplimentare sînt de ordinul 4—5 %. În U.R.S.S. se efectuează lucrări vaste privind transportul energiei electrice prin reţele de curent continuu. Aceste lucrări au început în anul 1946. În Ural a fost dată în exploatare o reţea de curent continuu la 12 kV, iar în anul 1950 a doua reţea la 200 kV de 30 MW. Actualmente s-a întocmit proiectul unei reţele de curent continuu la tensiunea de 800 kV ($\pm$ 400 kV) pentru o lungime de 470 km şi o putere de 740 MW, care va lega CHE de la Stalingrad de Donbass.

Interconexiunea surselor electrice în sisteme energetice se realizează în mod consecvent începînd cu planul GOELRO. Dacă în anul 1917 nu existau centrale electrice interconectate, actualmente sînt unite între ele puternicele sisteme energetice, Central, Sudul şi Ural, cu o putere instalată în fiecare dintre ele de 5—7 mii MW.

În tabela 5 se arată realizarea interconexiunii centralelor electrice în U.R.S.S. în ultimii 30 de ani.

Tabela 5

Anul	1928	1932	1937	1950	1955	1956
Producţia de energie electrică în miliarde kWh	5	13,5	36,2	91,5	170,2	192
Din care interconectat în sisteme energetice, miliarde kWh	1,9	9,1	29,5	73,7	140,2	159
Coeficientul de interconexiune	38,9	67,4	81,4	80,8	82,4	83,5

Conform Directivelor celui de-al XX-lea Congres al P.C.U.S. se prevede formarea unui sistem energetic unic pentru partea europeană a U.R.S.S. prin intermediul reţelelor electrice de 400—500 kV, care va cuprinde circa 30.10^6 kW.

În anul 1960 se prevede interconexiunea sistemelor energetice Nord cu Vest şi Transcaucazia, precum şi Siberia Centrală. Planul celui de-al şaselea cincinal prevede creşterea puterii instalate pînă la 70 000 MW şi o producţie de energie electrică pînă la 300 miliarde kWh.

Ca tendinţă finală, energeticienii sovietici tind spre interconexiunea tuturor centralelor electrice din U.R.S.S. în scopul creării unui sistem energetic unic pentru întreaga Uniune Sovietică.

Ing. **Gheorghe Colţ**

Energetica generală

Producerea de energie electrică din gaz obținut prin gazeificare subterană. *Elwirtschaft* vol. 56 (1957), nr. 22, pag. 849.

621.311.22/23 :662.76

În regiunea Tula (U.R.S.S.) nu departe de rîul Șat se va aplica în curînd un nou procedeu tehnologic : folosirea gazeificării subterane la producerea de energie electrică.

Prin foraje adînci de 50 m se introduce aer cu al cărui oxigen cărbunele, aprins prin instalații speciale, începe să ardă în strat degajînd gaz. Gazul este colectat și adus la suprafață, unde este centralizat într-un generator de gaz care este racordat la 100 de foraje și conducte în lungime totală de 20 km. Generatorul poate fi mutat urmînd traseul zonelor de gazeificare.

Gazul astfel obținut alimentează prima instalație mobilă de producere de energie electrică cu turbină cu gaze, ce este acum pe cale a fi terminată în U.R.S.S.

E 791 *i.s.*

Dezvoltarea turbinelor cu gaz. *Power Engineering* (1957) octombrie, pag. 79—81

621.438

Una dintre cele mai mari centrale cu turbine de gaz din lume este centrala plutitoare cu 12 turbine a 8 000 CP de pe lacul Maracaibo (Venezuela).

În această centrală se vor mai instala turbine de 16 MW. Turbinele utilizează gazele naturale din cîmpurile petrolifere. În 1958 vor intra în funcțiune primele instalații cu cicluri combinate, cum ar fi turbina cu gaz de 5 MW de la Cordele (Georgia), care va furniza căldura unui cazan de circa 60 t/h. Cazanul va furniza la rîndul său abur unei turbine de 12,5 MW. Gazele eșapate din turbina de gaz folosesc la uscatul și transportatul cărbunelui și la preîncălzirea apei de alimentare. Se are în vedere aplicarea unui ciclu similar și la turbine mari de 150 MW—125 ata-535°C cu încălzire intermediară la 535°C, ceea ce ar conduce la o sporire a randamentului cu 6—8 % și la o diminuare a prețului de instalare cu 6 %.

O altă centrală mare compusă din patru turbine de gaz cu puteri unitare de 18 și 19,75 MW se află instalată pe insula Vancouver.

Sînt în curs de livrare sau de instalare patru turbine de 5 MW pentru orașul Sao Paolo (Brazilia), două turbine a 16 MW pentru Monterey (Mexic) și două turbine de 21,5 MW pentru Caracas (Venezuela). Au fost realizate de asemenea instalații de turbine mobile (pe vagon de cale ferată) care au dat rezultate bune la încercări. Unități de acest fel de provenință engleză cu puteri în jurul a 2 MW și randamente în jurul a 25 %.

În afară de introducerea turbinelor de gaze în industrie, aceste turbine s-au introdus după 1952 în transport. 25 locomotive de tip Pacific au fost echipate cu turbine cu gaz și au dat rezultate bune în exploatare, deși toate unitățile au fost cel puțin o dată în reparație.

Turbinele de gaz au fost introduse și pe vapoare (nava de tip Liberty John Sergeant) și au condus la o sporire a vitezei cu 50 %. Prin combinarea turbinelor cu gaz cu motoare cu pistoane libere se consideră că se vor putea introduce și pe vapoarele mari.

În prezent, se lucrează la realizarea unei turbine cu cărbune pulverizat, problemele principale privind evitarea coroziunilor se consideră că au fost rezolvate.

E 792 *a.r.*

Tendințe în proiectarea centralelor electrice în Anglia. *Elwirtschaft*, vol. 56 (1957) nr. 22, pag. 847—48.

621.311.22.001

Dezvoltarea actuală în domeniul centralelor electrice în Anglia este caracterizată de o creștere importantă a capacității de producere, care are loc prin concentrarea ei în instalații cu randamente ridicate și scoaterea continuă din exploatare a instalațiilor vechi neeconomice. Astfel 2/3 din producția anuală de energie este dată acum de centrale a căror putere instalată este sub jumătate din puterea instalată totală. Factorul de încărcare anual mediu al tuturor centralelor electrice este de 0,45.

Deși lipsa viitoare de cărbune va fi suplinită prin energie nucleară și combustibil lichid, totuși cărbunele își păstrează și în viitor ponderea. Cu toate acestea patru noi centrale termoelectrice mari care au intrat recent în funcțiune nu au prevăzute instalațiile de ardere decît pentru păcură; există însă posibilitatea ca, la nevoie, în 18—24 luni ele să poată fi transformate pentru ardere de cărbune.

În timp ce pentru centralele ce urmează să intre în funcțiune în 1959 nu sînt prevăzute unități mai mari de 200 MW, pentru cele prevăzute în 1962 se consideră unități de 550 MW ca realizabile din punct de vedere tehnic si economic.

E 793 *i.s.*

Programul britanic de centrale atomoelectrice. *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 21, pag. 497.

621.311.25 : 621.039

Din cauza restrîngerii creditelor, programul britanic pentru instalarea a 6 000 MW în centrale atomoelectrice s-a prelungit cu 12 luni sau ceva mai mult. Această măsură se încadrează în politica generală a guvernului pentru reducerea investițiilor, dar a fost determinată probabil și de faptul că în urma mecanizării crescînde a minelor de cărbuni rezultă o producție mai mare de cărbune mărunt care nu poate fi ars bine decît în focarele mari ale centralelor electrice.

Se speră însă că în viitor să nu mai apară o nouă reducere și că efortul tuturor celor ce lucrează în acest domeniu să poată fi stabilizat în noul ritm, astfel încît în 1967 toate centralele programate să fie în funcțiune.

E 794 *i.s.*

Numărul centralelor atomoelectrice în Marea Britanie. *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 19, pag. 411.

621.039 : 621.311.25

Președintele, de la 1 ianuarie 1958, al Central Electricity Generating Board s-a exprimat, în legătură cu programul revăzut al instalării de centrale atomoelectrice în Marea Britanie, că dovedindu-se posibilă proiectarea de reactoare mult mai mari decît s-a crezut la timpul său, este puțin probabil că pentru realizarea programului mărit să fie nevoie de un număr mai mare de centrale atomoelectrice decît s-a prevăzut inițial.

Se reamintește că primul program prevedea instalarea pînă în 1965 a 12 CAE cu o putere disponibilă de 2000 MW la care s-a adăugat ulterior cîte o centrală atomoelectrică în Scoția și în Irlanda de nord, deci în total 14 centrale, iar programul revăzut prevedea creșterea puterii totale la 5—6 000 MW, repartizată în 19 centrale plus una în Irlanda de nord.

Judecînd după ritmul actual al lucrărilor, primele 3 centrale vor intra în funcțiune pînă la finele anului 1961 și este probabil chiar ca centralele Bradwell și Berkeley să funcționeze în plin deja la mijlocul anului 1961.

E 795 *i.s.*

Prevederi americane asupra dezvoltării energiei nucleare. *Arch. für Energiewirtschaft*, vol. 11 (1957), nr. 20, pag. 781—86,1 fig., 2 tab.

621.039 : 621.311.25

Congresul din Philadelphia ținut în martie a.c. a fost cea mai mare consfătuire a specialiștilor în energie nucleară ce a avut loc pînă acum în S.U.A. Au participat cca. 3000 de persoane.

Cu această ocazie Davis, W. K. și Roddis, H. din secția de reactoare a Comisiei Energiei Atomice au adus date foarte optimiste în legătură cu dezvoltarea folosirii energiei nucleare.

În primul rînd ei consideră următoarele etape caracteristice :

1957—59. Reactoarele ce vor intra în funcțiune în acest timp aparțin așa-numitei perioade experimentale, în care ele nu vor produce energie electrică la prețuri care să poată concura cu centralele clasice, costul acesteia fiind de ordinul 2—5 cenți pe kWh.

1960—64. În acest interval va apărea prima generație de centrale atomoelectrice care va produce energia electrică la prețuri între 1 și 1,3 cenți/kWh. Investițiile specifice mari

de 300—400 $/kW față de numai 115—180 $/kW la centrale termoelectrice clasice, folosirea de materiale scumpe și costurile ridicate pentru combustibilul nuclear vor menține o diferență sensibilă față de prețul energiei produse în instalațiile obișnuite.

1965—67. A doua generație de CAE va produce energia electrică cu 0,9—1,1 cenți /kWh și va începe să poată concura cu centralele clasice.

1980. În această epocă prețul de producere în centralele atomoelectrice va scădea la 0,6—0,7 cenți/kWh și CAE vor concura centralele obișnuite, cu excepția unor zone restrînse din S.U.A. în care combustibilul este deosebit de ieftin.

În ceea ce privește dezvoltarea probabilă a puterii instalate în S.U.A. și a cotei centralelor atomoelectrice se fac următoarele aprecieri:

	Putere totală	Putere CAE	Cota CAE
	GW	GW	%
1957	130,8	0,08	0,1
1960	175,3	0,8	0,5
1965	251,7	4,0	1,6
1970	360,3	22,6	6,3
1975	500,0	88,9	17,8
1980	700,0	227,2	32,5

După cum reiese din cifrele de mai sus, cota cu care centralele atomoelectrice vor interveni în acoperirea sporului anual al puterii instalate crește de la 8 % în 1967 la cca 66 % în anul 1980. În perspectivă cota centralelor clasice se va stabiliza probabil la cca 25 % din creșterea anuală și va consta din centrale hidroelectrice, centrale electrice foarte mici sau centrale în apropierea unor zăcăminte de combustibili clasici foarte ieftini.

E 796 *i.s.*

Programul de centrale atomoelectrice al R. F. Germane. *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 21, pag. 530.

621.039 : 621.311.25

Se pare că R. F. Germană a abandonat programul anunțat în primăvară în legătură cu instalarea unei puteri de 1500 MW în centrale atomoelectrice. La 7 noiembrie a.c. Ministrul Energiei Atomice și al Energiei Electrice a vorbit numai de construirea în următorii 5 ani a 4 sau 5 reactoare nucleare cu o putere totală de 500 MW.

E 797 *i.s.*

Dezvoltarea energetică a Canadei. *Electr. Wholesaler*, nr. 4 (1956), pag. 65—67 (După *Ghidrotehniceskoe stroitelstvo*, nr. 5 (1957), pag. 61.

621.311.1(71)

În Canada, deoarece construcția de CHE nu poate satisface pe un interval mai lung necesitățile de energie electrică, se duce la îndeplinire un program vast de construire de centrale termoelectrice. De asemenea, se prevede folosirea marilor rezerve de gaze naturale. În ce privește folosirea energiei nucleare, se consideră că pînă în anul 1965 se vor instala în centrale atomoelectrice 2 200 MW.

În domeniul construirii de centrale hidroelectrice, se fac lucrări în vederea folosirii cascadei Niagara și a fluviului Sf. Laurențiu. În uzinele de pe Niagara se instalează suplimentar o putere totală de 1 180 MW.

De asemenea se înfăptuiește proiectul folosirii fluviului Sf. Laurențiu, în zona de graniță cu S.U.A.

Pe un sector de 200 km se construiesc două CHE care vor fi terminate în anul 1958 cu un volum de lucrări de beton de circa 2,3 milioane m³. Producția de energie a fiecăreia din cele două CHE va fi aproximativ de 6,3 miliarde kWh/an.

În afară de aceste centrale, se fac mari lucrări în vederea amenajării altor rîuri din Canada. Astfel, pe rîul Quebec se va termina în anul 1958 construcția unei CHE subterane cu o putere de 890 MW, iar pe rîul Columbia este în execuție o CHE cu puterea de 1 100 MW, care va dispune de un baraj înalt de 213 m.

Se proiectează construirea unei CHE pe rîul Hamilton, cu o putere de 2 200 MW.

E 798 *a.c.*

Noile prețuri ale huilelor și cărbunilor bruni în R. F. Germană *Elwirtschaft*, vol. 56 (1957), nr. 22, pag. 841—44.

622.66.003

Se publică liste de prețuri valabile din octombrie a.c. pentru huile și cărbuni bruni din diferite regiuni, foarte detaliat pe sorturi și categorii de cărbuni. În general este de menționat o creștere a prețurilor cu cca 8%.

E 799 *i.s.*

Termoenergetică

Importanța și comparația noilor tabele de abur. Overbeck, H. *Elwirtschaft*, vol. 56 (1957), nr. 22, pag. 833—837,7 fig., 12 ref. bibl.

536.423.15

După ce se trece în revistă evoluția tabelelor de abur și se dă o privire de ansamblu asupra măsurătorilor stabilite a se efectua pe baza unui program internațional de cercetări, se face o comparație asupra diferențelor tabelelor actualmente utilizate în diferite țări. În acest scop se urmăresc mai multe exemple corespunzător redate în grafice comparative.

Se conchide că în timp ce în domeniul convențional de presiuni și temperaturi diferențele nu sînt prea mari, peste 200 ata și 500°C ele cresc, iar în zona peste 300 ata și 600°C ele devin esențiale.

E 800 *i.s.*

Posibilitățile de aplicare ale combinației turbină cu gaze — cazan de abur. Blaskowski, H. I. și Singer, I. G. *Arch. für Energiewirtschaft*, vol. 11 (1957), nr. 19, pag. 749—763.

621.438 : 621.311.22

Din punct de vedere al formelor de bază, ciclurile combinate turbină cu gaze — cazan de abur pot fi grupate în următoarele categorii:

1. *Recuperare directă de căldură în legătură cu cazane de abur.* Căldura gazelor evacuate din turbină este parțial folosită la ridicarea temperaturii apei de alimentare, în paralel sau în serie cu ciclul regenerativ de preîncălzire sau căldura este folosită pentru producerea de abur într-un cazan recuperator.

2. *Recuperare de căldură în focarul unui cazan de abur.* Gazele de evacuare care conțin în mod normal cca. 80 % din oxigenul ce se găsește în aerul atmosferic servesc la alimentarea focarului unui cazan de abur în care introduc concomitent cu căldura lor sensibilă și aerul necesar arderii.

3. *Cazane de abur cu focare sub presiune.* Focarul cazanului de abur care lucrează sub presiuni de 3,5—5,3 at servește în același timp drept cameră de ardere a turbinei. Compresorul turbinei cu gaze lucrează ca ventilator pentru alimentarea focarului cu aerul necesar combustiunii. Gazele de ardere ale cazanului trec spre destindere în turbina cu gaze.

4. *Ciclu închis de turbină cu gaze combinat cu cazan cu abur,* încălzirea agentului termic al ciclului închis făcîndu-se în cazanul cu abur într-un supraîncălzitor de convecție sau un supraîncălzitor intermediar.

În articol se descriu diferite posibilități de realizare practică, insistîndu-se în special asupra problemelor ce se pun constructorului de cazane.

E 801 *i.s.*

Noutăți tehnice de la Institutul central de turbine și cazane „I. I. Polzunov" din U.R.S.S. M. M. Summ, *Energomașinostroienie*, nr. 9 (1957), pag. 42.

621.311.22

În cadrul Institutului a fost terminat proiectul unei scheme termice rațională a unui grup turbogenerator de 300 MW la parametrii aburului de 300 ata și 650°C. Acesta a fost propus pentru execuție.

*

În scopul automatizării cazanului cu tambur de tipul TP—100 de 600 t/h, care se află de curînd în funcțiune, a fost întocmită o schemă complexă de automatizare și protecție care să acționeze în cazul: stingerii flăcării în focar, variației inadmisibile a nivelului apei în tambur, ridicării presiunii în tambur, avariei ecranelor, ridicării temperaturii amestecului de aer și supraalimentării cu apă a cazanului.

*

Actualmente se pregăteşte construcţia în serie a cazanului TP—90 de 540 t/h la uzinele din Taganrog din U.R.S.S. În cadrul Institutului ŢKTI au fost proiectate suprafeţele de schimb de căldură din zona economizorului şi a preîncălzitorului cu aer, instalaţiile de suflat, protecţia împotriva coroziunii, precum şi schema controlului chimic al apei.
E 802 *g.c.*

Este economic să se construiască centrale termoelectrice cu cazane rezervă ? Homolka Viktor *Energia és Atomtechnica* (R.P.U.), vol. X (1957), nr. 1, pag. 18—26.
621.311.22.003

În partea introductivă se expun condiţiile specifice tehnice şi economice din R. P. Ungară care limitează mărimea grupurilor turbogeneratoare şi a cazanelor de abur. Se examinează în mod special problema cazanului de rezervă şi datele lui de bază atît din punctul de vedere economic cît şi tehnic. În acest scop se iau în considerare mai multe cazuri caracteristice, centrale echipate cu grupuri turbogeneratoare în număr de 2, 4 şi 6 de cîte 32 MW, care este cea mai mare unitate fabricată pînă acum în R.P.U.

Se dau indici de cost şi tabele pentru elementele luate în calcul. Se arată că în condiţiile specifice din R.P.U. nu se justifică din punctul de vedere economic prevederea de cazane de rezervă în centralele termoelectrice cu condensaţie. Se arată că această concluzie este adoptată şi în străinătate (după studiul lui Donkin şi Margen), autorul prezentînd în acest scop un tabel cu 50 de centrale termoelectrice construite în ultimii 5 ani în străinătate.

De asemenea autorul tratează alegerea debitului cazanelor şi schemelor ce se adoptă, insistîndu-se asupra aplicării de scheme bloc.
E 803 *r.m.*

Arderea combustibililor umezi în focarele cu evacuarea zgurii sub formă lichidă în C.S.R. Dolezal R. : *Energie*, vol. 9 (1957), nr. 5, pag. 179—182.
621.311.22 : 621.181 : 662.93

Focarele cu zgură lichidă se utilizează în C.S.R. pentru cărbunii bruni din Boemia de nord şi ligniţii din Moravia de sud. Caracteristicile acestora sînt :

	Putere calorifică inf. kcal/kg	Volatile %	Cenuşă %	Apă %
Cărbune brun din Boemia	2 500	50	25	35
Lignit din Moravia	2 000	60	20	45

În aceste focare se tinde spre micşorarea fineţei de măcinare a cărbunelui. Pentru a limita nearsele în cenuşă este necesară reconducerea acesteia.

În C.S.R. s-au dezvoltat patru tipuri de focare cu zgură lichidă şi anume :

a) Focare cu zgură lichidă, cu o cameră, care ard cărbune fin cu uscare prealabilă cu gaze arse şi evacuarea aburului în atmosferă şi uscarea suplimentară cu aer în moară. În ultimul timp evacuarea aburului se realizează după moară.

b) Focare cu evacuarea zgurii în formă semilichidă. Arderea se face în partea superioară a focarului într-o cameră de topire. Din acesta zgura curge printr-o pîlnie prin spaţiul de răcire suferind o solidificare parţială. Ea este evacuată prin pîlnia inferioară. La sarcini mici temperatura este insuficientă pentru topirea zgurii în camera de topire, astfel că alunecă sub formă solidă prin cele două pîlnii.

c) Arderea în cicloane a cărbunilor mai noi este condiţionată de introducerea acestora la periferia ciclonului pentru a produce arderea volatilelor în camera de topire, precum şi pentru realizarea lichefierii zgurii.

d) Arderea mixtă utilizează pe lîngă cărbunele inferior şi un cărbune de calitate superioară. Ea utilizează combinarea unei arderi obişnuite cu granulare cu o ardere ciclon şi cu reconducerea cenuşii.
E 804 *t.p.*

Forma buncărelor de cărbune şi golirea acestora Léon K. W. : *BWK*, vol. 9 (1957), nr. 9, pag. 424—427.
626.311.22.001

Problema înfundării buncărelor de cărbune apare în general la un conţinut de apă mai mare ca 8%. Se recomandă următoarele reguli pentru proiectarea lor :

1. Secţiune de ieşire cît mai mare. Dimensiune minimă 800 mm.
2. Unul din pereţi trebuie să fie vertical.
3. Ceilalţi pereţi trebuie să aibă o înclinare de 65°—75°.
4. Pereţii opuşi trebuie construiţi cu înclinări diferite.
5. Muchiile trebuie rotunjite.
6. Rotunjirile trebuie prelungite pînă la şiberul de ieşire.
7. Pereţii trebuie să fie cît mai netezi.
8. Muchiile tubului de legătură între buncăr şi distribuitor trebuie de asemenea rotunjite.

Valabilitatea regulilor de mai sus este verificată de exemple din exploatare. Se citează cazul unui buncăr cu secţiune de ieşire mică şi muchii puţin rotunjite şi dese înfundări.

Posibilităţi de desfundare în exploatare sînt :

a) Acţionarea cu răngi într-un spaţiu inelar prevăzut la construcţia buncărului.

b) Desprinderea cărbunelui de pe pereţi cu ajutorul unor jeturi de aer comprimat.

c) Prevederea de perne de cauciuc pe pereţi, care pot fi umflate cu aer comprimat.

d) Utilizarea unor vibratoare în interiorul sau exteriorul buncărului.

Pentru buncărele intermediare de praf de cărbune se recomandă aceleaşi reguli ca pentru buncărele de cărbune brut. Se recomandă în plus ca cel puţin doi pereţi adiacenţi să fie verticali. Înclinarea celorlalţi să fie mai mare ca 70°.

Pentru desfundarea buncărelor de praf existente, se utilizează insuflarea unei emulsii de aer — praf la partea inferioară a acestora prin plăci poroase montate în pereţi. Se recomandă, de asemenea, golirea periodică a buncărelor de praf.
E 805 *t.p.*

Turbine cu abur la parametrii înalţi şi supracritici construite în U.R.S.S. Kirş A. K. : *Energhetic*, nr. 11 (1957), pag. 14—20.
621.311.22 : 621.165

Se dau caracteristicile constructive ale turbinelor cu abur la parametrii înalţi şi supracritici construite în U.R.S.S. din anul 1946 pînă în prezent.

Turbina SVK—150—1 de 150 MW la parametrii aburului viu : 170 ata şi 550/520°C, considerată ca fiind experimentată suficient în exploatare, este descrisă, din punct de vedere constructiv, în mod foarte amănunţit.

În încheiere se subliniază preocupările constructorilor de turbine din U.R.S.S. în ceea ce priveşte execuţia unor turbine de 150, 200 şi 300 MW la parametrii înalţi şi supracritici.
E 806 *g.c.*

Noul grup turbogenerator pentru presiune supracritică în centrala Avon. Dauber, C. A. *Arch. für Energiewirtschaft* vol. 11 (1957), nr. 20, pag. 786—806.
621.311.22 :621.165

Se descriu calculele comparative şi soluţia finală adoptată pentru grupul de 250 MW cu parametri de 245 ata 592°C cu supraîncălzire intermediară la 47,5 ata 565°C în curs de montaj în centrala Avon şi alimentat cu 775 t/h abur dintr-un cazan de abur cu trecere forţată.

Pe lîngă unităţile principale se expun cu mare lux de detalii soluţiile alese pentru serviciile interne şi instalaţiile auxiliare ale centralei.

Noua unitate urmează să intre în funcţiune către finele anului 1958. Consumul specific de căldură este calculat la 2172 kcal/kWh.
E 807 *i.s.*

Rezultatele modernizării turbinei cu abur VR—25—1 de tipul cu contrapresiune construită de uzina din Harkov. Rubinştein I. M., Gribkov M. N., Edigarev L. V. *Teploenerghetika*, nr. 9 (1957), pag. 3—7.
621.165.621.311.22.003

În scopul urmăririi economicităţii turbinei cu contrapresiune de 25 MW de tipul VR—25—1 a uzinei H.T.G.Z., a fost reconstruită, în anul 1956, întreaga zonă de curgere a aburului :

paletele, diafragmele, ajutajele etc. Turbina cap de serie astfel modernizată a fost instalată la CET nr. 11, Mosenergo pentru a se verifica efectul.

Rezultatul modernizării a fost creşterea randamentului interior al turbinei cu 4,5—5,5 % (în loc de 8,5 % cît se prevedea din calcul), ridicîndu-se în acest fel pînă la valoarea de 77 %. Efectul modernizării este maxim la debite mari, care pot asigura o putere electrică de 30 MW. Rezultă că în cazul în care generatoarele suportă o suprasarcină de 5 MW în bune condiţii, este indicat şi din punct de vedere economic să se instaleze astfel de unităţi la CET cu disponibil de abur.

E 808 *g.c.*

Spălarea turbinelor de înaltă presiune în cazul depunerilor de săruri pe palete. K l e i m e n o v N. G. *Energhetic*, nr. 8 (1957), pag. 33—37.

621.165 :004.6

Se prezintă un material menit să vină în ajutorul personalului de exploatare de la centralele electrice cu parametri înalţi ai aburului.

Pe lîngă analiza teoretică a depunerilor sărurilor pe paletele turbinelor se dau şi scheme pentru operaţiile de spălare pentru o turbină de tipul VK—100 şi pentru una înaintaşă la reducerea turaţiei turbinei.

E 809 *g.c.*

Alegerea tipului turbinei cu gaze pentru trenuri energetice. M a r i e v D.I., O l h o v s k i G. G., J u s i m V. I.: *Electriceskie stanţii*, nr. 10 (1957), pag. 40—43.

621.165.001

Pe marile şantiere ale centralelor hidroelectrice combinate metalurgice şi chimice etc., în multe cazuri trenurile energetice sînt singurele surse de energie electrică. Trenurile energetice cele mai des întîlnite au ca echipament de bază motoare Diesel, turbine cu abur sau cu gaze. Puterea unui asemenea tren ajunge pînă la 5—6 MW. Tendinţa constructorilor trenurilor energetice este de a reduce numărul de vagoane pe care se instalează întreaga centrală mobilă, de a îmbunătăţi indicii tehnico economici ai instalaţiilor, în special, în regim variabil de funcţionare şi la sarcini reduse. În articol se analizează caracteristicile tehnice economice ale cîtorva trenuri energetice construite în Occident cu motoare Diesel, cu turbine cu abur şi gaze.

Dintre toate, cele care se pretează la amplasarea pe platformele vagoanelor obişnuite în condiţii optime şi rezultă indici tehnico-economici superiori sînt instalaţiile cu turbine de gaze cu ax de rezervă de 2,5—3 MW.

Drept combustibil aceste instalaţii vor folosi fie păcură, fie gaze combustibile de calitate superioară.

E 810 *g.c.*

Reglajul electropneumatic al cazanelor. *ETZ* (A) nr. 21 (1957), pag. 796—801

621.181/3

Se descrie un sistem de reglaj combinat, în care înregistrarea valorilor şi transmiterea comenzilor se face pe cale electrică, iar executarea reglajului pe cale pneumatică. Astfel, avantajele electrice, şi anume precizia măsurătorilor şi viteza transmiterii sînt combinate cu posibilitatea de a executa comenzi puternice pe cale pneumatică fără a fi necesare transmisiuni.

O schemă completă arată circuitele (electrice şi de aer comprimat) de reglaj la un cazan alimentat cu praf de cărbune.

E 811 *g.cr.*

Termoficarea în Franţa. Energohoziaistvo za Rubejom, nr. 4 (1957), pag. 48. *După Revue Française de l'Energie*, 8 (1957), nr. 83

697.34(44)

Reţelele termice din Paris au livrat în 1956 802 000 t de abur, la un debit maxim orar în ziua cea mai friguroasă de 450 t/h.

Reţelele termice se alimentează de la două CET raionale, situate la nordul şi sud-estul oraşului, care comunică între ele prin magistrala de 15 km, care traversează oraşul. În această magistrală debitează abur şi două staţii de ardere a gunoiului, precum şi două centrale termice, situate în apropierea centrului de consum termic.

În afară de Paris sînt termoficate şi alte oraşe : Mâcon, Chambéry, Nanterre, Villeurbanne, Metz şi Nancy.

În majoritatea acestor oraşe se foloseşte drept agent termic apa fierbinte la 150. . . 180°C.

E 812 *g.c.*

Costul instalaţiilor de epurare a apei prin schimb de cationi. P e a k, R. F. şi D a v i d, M. M. *Arch. für Energiewirtschaft*, vol. 11 (1957), nr. 20, pag. 763—72.

621.187.12

Instalaţiile de epurare a apei prin schimb de cationi se folosesc din ce în ce mai mult în centralele electrice. S-a publicat mult material în legătură cu avantajele sau dezavantajele diferitelor procedeuri, fără a se da cifre în legătură cu costurile respective.

Articolul aduce, sub formă de diagrame în funcţie de mărime, date privind costul procurării, al montării şi dotării cu aparate de reglare automate, pentru instalaţiile cu cationi.

În partea finală se dau apoi o serie de date şi pentru instalaţii cu anioni. Preţurile — în dolari — sînt valabile pentru condiţiile din S.U.A.

E 813 *i.s.*

Electroenergetică

Construcţia legăturii de la generator la transformator. S c h m i d t B.: E.T.Z. — A, 78 (1957), nr. 3, pag. 88—92.

621.313.12014.1

La unităţile mari de generatoare, funcţionînd bloc cu transformatorul, construcţia ieşirilor generatorului şi a legăturii la transformator constituie o problemă mai dificilă, din cauza curenţilor foarte mari.

Pentru a mări suprafaţa de răcire legătura se face deseori din tuburi de secţiune rotundă sau rectangulară. În construcţii capsulate cu curenţi peste 9 kA, se cere o răcire artificială.

În regiunile de prăfuire intensă, se iau măsuri speciale. În interiorul clădirii se creează o uşoară suprapresiune, împotriva pătrunderii prafului. În exterior racordurile generatorului se capsulează.

Din motive constructive şi de siguranţă, distanţa între generator şi transformator e destul de mare. Pentru a permite accesul căilor de transport legătura se face suspendată (elastică), fără suporţi intermediari.

Autorul subliniază punctul de vedere arhitectural, deoarece deseori tocmai peretele de ieşire de la generatoare este frontul reprezentativ al sălii maşinilor.

Sînt descrise cîteva construcţii, caracterizînd soluţiile mai noi.

În S.U.A. se execută aproape numai ieşiri capsulate din piese normalizate prefabricate.

E 814 *an. b.*

Folosirea tensiunii de 500 kV în locul celei de 400 kV. S ă r o m i a t n i c o v A. I.: *Electricestvo*, 77 (1957), nr. 11, pag. 56—57.

621.311.13 : 621.315.05 : 621.3.027.81/82

Transportul unei puteri de 500—600 MW la tensiunea de 400 kV de la Kuibîşev la Moscova impune măsuri costisitoare pentru păstrarea stabilităţii. Pentru a mări capacitatea de transport a liniilor de 400 kV din U.R.S.S., a permite schimburi mai importante de energie electrică între partea europeană şi cea asiatică a ţării şi pentru a ridica rentabilitatea transportului s-au făcut cercetări pentru ridicarea tensiunii liniilor de 400 kV la tensiunea de 500 kV. Prin această ridicare de tensiune capacitatea de transport creşte cu 40%. Pentru linia Kuibîşev—Moscova transportul unor puteri de 1 350, 1 600 şi 1 900 MW la 400 kV implică pierderi de energie de 384 mil, 529 mil, respectiv 736 mil kW/an faţă de 346 mil, 448 mil, 595 mil kWl/an pierderi necesare pentru transportul acelorași puteri la 500 kV. Se obţin deci reduceri la pierderi de 10, 15,5 şi 19,3% şi reduceri a puterii componente respectiv de la 486, 715 şi 1 140 MVA la 0,289 şi 486 MVA corespunzător puterilor transportate indicate mai sus.

Numărul de defecte şi de avarii raportate la un an şi *100* km *Tabela 1*

Domeniul de tensiune		5 – 23 kV				24 – 52 kV				53 – 120 kV				220 – 490 kv			
Anul		1954		1955		1954		1955		1954		1855		1954		1955	
		Lung. în km-nr	Numărul specific 100 km	Lung. în km sau nr	Numărul specific 100 km	Lung. în km sau nr	Numărul specific 100 km	Lung. în km sau nr	Numărul specific 100 km	Lung. în km sau nr	Numărul specific 100 km	Lung. în km sau nr	Numărul specific 100 km	Lung. în km sau nr	Numărul specific 100 km	Lung. în km sau nr	Numărul specific 100 km
Defecte		116 568 km	16,77	118 516 km	17,32	11 217 km	13,24	11 447 km	12,81	19 491 km	4,68	20 445 km	6,14	6 073 km	3,98	6 909 km	4,218
Străpungeri (avarii)	Linii aeriene	84 405 km	5,58	84 990 km	5,4	7 409 km	4,6	7 598 km	4,49	19 305 km	1,64	20 192 km	1,98	6 073 km	0,6	6 909 km	0,595
	Cable	31 163 km	1,81	33 526 km	2,04	3 808 km	1,29	3 849 km	1,33	186 km	0,03	253 km	0,024	–	–	–	–
	Staţii	74 498	3,1	75 825	3,61	1 869	2,11	1 691	3,426	506	0,91	596	1,34	41	0,56	47	0,434
	Total	116 568 km	10,84	118 516 km	11,27	11 217 km	8,17	11 447	9,33	19 491 km	2,58	20 445 km	3,42	6 073 km	1,16	6 909 km	1,029

Nivelul supratensiunilor interne poate fi coborît la 2,5 U_f prin utilizarea unor întreruptoare prevăzute cu rezistenţe de şuntare şi se poate obţine o protecţie adecvată utilizînd descărcătoare catodice de un nou tip. S-au făcut experienţe prin funcţionarea liniilor de 400 kV la 500 kV care au dat rezultate satisfăcătoare. Se consideră că pentru puteri mai mari de 1 300 MW două circuite de 500 kV vor conduce faţă de 400 kV la economii de investiţii de 3—5 % şi la cheltuieli anuale de 4—9 %. S-au făcut studii în privinţa trecerii liniei Kuibîşev—Moscova de la 400 kV la 500 kV şi s-a propus ca într-o primă etapă să se treacă la 500 kV staţia Moscova şi să se ridice tensiunea la 430—440 kV la CHE Kuibîşev prin mărirea excitaţiei generatoarelor. Posibilitatea funcţionării într-un astfel de regim a fost verificată de ing. Azarev, considerînd că linia va lucra fără compensare longitudinală.

Pentru a obţine tensiunea de 500 kV la Moscova transformatoarele existente 400/115 kV vor fi modificate astfel ca printr-o conectare după schema unui autotransformator să aibă raportul de transformare 525/115/11 kV. Această soluţie a fost găsită cea mai economică din trei variante studiate.

E 815 *a. r.*

O linie de 110 kV cu patru circuite cu conductoare jumelate. W. Kaufmann şi H. Wolter: *Energietechnik*, nr. 3 (1957), pag. 128—129

621.315.05

În rezolvarea problemelor legate de transportul energiei electrice nu întotdeauna soluţia optimă prezintă soluţia tipizată sau clasică. Astfel, se dă în articol exemplul unui transport între o centrală termoelectrică şi o staţie de transformare 220/110 kV care a fost rezolvat utilizîndu-se o linie cu patru circuite dispuse pe orizontală, avînd între montanţii (piloanele) portalului o lungime de 17,5 m şi o lungime a traversei de 49 m. Transportul trebuie efectuat pe o distanţă de 7 km şi puterea respectivă era de 260 MW într-o primă etapă şi 400 MW în etapa finală.

În acest scop, ar fi fost necesare patru linii duble de 110 kV cu conductoare de 185 O1A1. Problema transportului a fost rezolvată utilizînd o linie cu patru circuite, avînd pe fază conductoare de 2 × 150 mm² O1A1.

E 816 *a. r.*

Rezultate privind defectările şi avariile liniilor şi cablurilor de transport în 1954 şi 1955. W. Zimmermann: *Elektrizitätswirtschaft* nr. 13 (1957), pag. 471—478.

621.311.1 : 31

Se prezintă avariile şi defectele din reţelele aeriene şi subterane de înaltă tensiune din anii 1954 şi 1955 pentru gama tensiunilor între 5 şi 400 kV. În cele 8 tabele din articol se dau defalcat avariile pe diverse elemente ale liniilor (stîlpi de lemn, de beton, metalici, izolatoare, suporţi, lanţ, cleme, fundaţii etc.), cablurilor (cabluri, mufe, cutii terminale) şi staţiilor (bare colectoare, izolatoare, separatoare, întreruptoare etc.), precum şi defectele datorite diverselor feluri de scurtcircuite, puneri la pămînt etc. Numărul de defecte este de asemenea defalcat în funcţie de natura factorilor externi (supratensiuni atmosferice, vînt, chiciură etc.) sau interni (greşeli, defecte de material etc.).

În tabela 1 sînt sintetizate datele globale conţinute în statisticile prezentate. Pentru a compara situaţia defectelor şi avariilor din anii 1954—1955 cu cele survenite în anii anteriori, se arată variaţia acestui număr în ultimii 7 ani. Media valorilor respective este arătată în tabela 2.

Tabela 2

Media numărului specific de defecte între anii *1949 şi 1955*

Domeniul de tensiune	5—23 kV	24—52 kV	52—120 kV	220—440 kV
Defecte	18,1	13,9	7,2	5,5
Avarii	11,9	8,5	4,3	2,1

E 817 *a. r.*

Protecţia sistemelor de distribuţie. L. V. Chabala şi T. I. Herter: *Westinghouse Engineer* 16 (1956), nr. 6, pag. 183—187, 9 fig.

621.316.1/9

Autorii prezintă aparatajul modern, care asigură protecţia reţelelor de distribuţie şi anume: descărcătoare catodice, siguranţe fuzibile cu declanşare (deschidere) de tip închis şi deschis, întreruptoare automate în ulei prevăzute cu reanclanşare (mono şi trifazate) şi deconectoare automate în ulei, care sînt un fel de separatoare conectate în serie cu un întreruptor automat şi care declanşează la comanda unui contor de defect acţionat de închiderea sau deschiderea întreruptorului automat; declanşarea poate avea loc după prima, a doua sau a treia acţionare a întreruptorului automat. Deconectorul lucrează numai după ce întreruptorul automat din amonte a deschis circuitul. El poate întrerupe curenţi de sarcină, dar nu poate lucra pe scurtcircuit. În fine, un alt aparat este aşa-numitul „întreruptor cu alegerea sarcinilor fără tensiune"*). Rolul acestuia este deconectarea circuitului la dispariţia tensiunii pentru a repermite demararea altor consumatori, iar în momentul cînd valoarea nominală a

*) Cold. load pick-up Switch

tensiunii se restabileşte „întreruptorul cu alegere" reanclanşează sarcina.

Siguranţele automate şi deconectorul utilizează ca elemente de temporizare relee termice din foiţe bimetalice. La întreruptorul cu alegere, elementul bimetalic este alimentat de un transformator racordat spre sursă. Se arată la sfîrşit condiţiile, care trebuie avute în vedere pentru a obţine o distribuţie a energiei electrice flexibilă şi economică.

E 818 *a.r.*

Experienţa de exploatare cu transformatoare cu izolaţie redusă cu două clase, în sistemul de 132 kV A.G.E. Pugh S. P. şi Zimmerman P. C.: *Trans. A. I. E. E.* 76 (1957) P. III, *Power App. and Systems*, pag. 56—58.

621.314.222

În reţeaua de 132 kV a sistemului AGE s-a experimentat în ultimii ani, cu succes, reducerea cu două clase a nivelului de izolare al transformatoarelor de la 650 kV (clasa 138 kV) la 450 kV (clasa 92 kV) (v. Energetica 1957, pag. 21).

Încă din anul 1930 pe reţelele de 132 kV au fost introduse descărcătoare cu tensiunea nominală 109 kV. Aceste descărcătoare permiteau protejarea satisfăcătoare cu acoperire de 30 % a transformatoarelor cu izolaţia corespunzînd nivelului fundamental de 550 kV (clasa 115 kV). Primul transformator de 138 kV 30 MVA cu izolaţie redusă cu o clasă (nivelul fundamental de izolaţie anti-impulsivă*) 550 kV) a fost instalat în anul 1934 şi de atunci au mai fost instalate transformatoare totalizînd 7 000 MVA. În acest fel, s-au obţinut economii care se cifrează la $2{,}5 \cdot 10^6$ dolari. În anul 1949 cînd a devenit posibil să se obţină descărcătoare catodice cu caracteristici ameliorate (cu tensiuni de amorsare mai mici, circa 85 % din valoarea tipurilor anterioare) s-a căutat să se determine posibilitatea reducerii nivelului de izolaţie al transformatoarelor de pe linii de 232 kV la clasa 92 kV (N.F.I—450 kV) făcîndu-se o serie de încercări cu transformatoarele cu izolaţie redusă cu două clase. Aceste transformatoare au fost instalate într-o serie de staţii ale sistemului AGE, unde nivelul izoceraunic era de 40—50 zile furtunoase/an; totodată pentru protecţia acestor transformatoare au fost prevăzute în vecinătatea lor descărcătoarele catodice noi amintite mai sus. Pînă în prezent nu s-a detectat nici un defect, care să poată fi pus în seama reducerii izolaţiei. Se menţionează că în privinţa izolatoarelor de trecere la micşorarea izolaţiei cu o clasă s-au menţinut aceiaşi izolatori de trecere, iar la micşorarea izolaţiei cu două clase s-a diminuat tipul de izolator exterior pentru clasa 115 kV numai în zonele unde nu existau depuneri. Partea din interior a izolatorului de trecere a fost redusă la clasa 115 kV şi în unele cazuri la clasa 92 kV.

Prin reducerea izolaţiei se obţine o micşorare a preţului cu 10—20 % cînd se reduce o clasă de izolare şi 15—35 % cînd se reduc două clase.

Pierderile active se reduc cu 14 %, pierderile reactive cu 12 % şi greutatea cu 20 %.

E 819 *a.r.*

Ferrorezonanţa la transformatoare de tensiune. Ruske S. *ASEA Journal*, nr. 1—2 (1957) pag. 20—22

538.565 : 621.314.222.3

Se analizează fenomenul nestabilităţii tensiunii neutrului, care apare uneori în reţelele cu neutrul izolat şi alarmează greşit personalul din staţii, dînd aparenţa unei puneri la pămînt sau unui defect la reductorul de tensiune.

Cauza apariţiei unei tensiuni oscilatorii a punctului neutru este ferrorezonanţa datorită caracteristicii neliniare a curbei de magnetizare a transformatorului de tensiune.

Autorul demonstrează teoretic apariţia fenomenului cu ajutorul schemei echivalente a reţelei homopolare şi al ecuaţiei curenţilor capacitivi şi de magnetizare ai reductoarelor. Aceste ecuaţii au soluţii multiple, de pulsaţie ω, 3ω, cu amplitudini mari. În practică s-au observat mai ales tensiuni de armonica 3, dar şi unele oscilaţii subarmonice.

Fenomenul este declanşat, de obicei, de o comutaţie în reţea.

Se recomandă, pentru combaterea lui, legarea unei rezistenţe variabile în serie cu înfăşurarea în triunghi a reductorului de tensiune.

E 820 *an. b.*

*) N. F. I.

Caracteristicile protective ale descărcătoarelor catodice. Opsahl A. M. şi Osmunsen N. K. Westinghouse Engineer, nr. 3 (1957), pag. 88—92.

621.316.933.4

Descărcătorul catodic (tip autovalvă) este constituit din două părţi: intervalul „mobilarc" şi blocul autovalvă. Intervalul disruptiv „mobilarc" permite ca descărcătorul să se comporte ca un izolator atîta timp cît tensiunea nu depăşeşte valoarea tensiunii de amorsare. În cazul amorsării, descărcării, curentul de scurgere permite canalizarea supratensiunii la pămînt, iar curentul de însoţire este limitat de blocul autovalvă şi stins la prima trecere prin zero a curentului. Durata întregului proces este de jumătate perioadă (din 60 Hz) aşa încît nici o siguranţă sau întreruptor nu au timp să acţioneze. Descărcătorul catodic suportă mai multe descărcări fără a se deteriora. La o valoare a tensiunii egală cu cea nominală, întreruperea curentului de însoţire este sigură. Pentru valori mai mari ale tensiunii această întrerupere este îndoielnică. Din această cauză tensiunea nominală a descărcătorului este, de obicei, determinată pe baza celei mai mari tensiuni care apare în cazul unei puneri la pămînt şi în consecinţă depinde de modul de tratare a neutrului. Rezistenţa pe care o prezintă descărcătorul la diverşi curenţi de scurgere este neliniară aşa încît la o creştere a curentului de la 1,5 la 100 kA căderea de tensiune în descărcător creşte numai cu 70 %. Descărcătorul catodic este cel mai important element în coordonarea izolaţiei. Pentru a fi un element sigur descărcătorul trebuie să suporte încercările cu o tensiune de impuls de 10×20 μ s a cărei amplitudine maximă este aleasă în concordanţă cu nivelul fundamental de izolaţie impulsivă. Curenţii de scurgere se consideră de 5 kA pentru descărcătoarele catodice din staţii şi 20 kA pentru cele de pe linii. Pînă la tensiunea de 37 kV descărcătoarele catodice se construiesc bloc, cu un singur izolator. La tensiuni superioare, de exemplu, 258 kV se utilizează mai multe (şapte elemente pentru 37 kV) legate în serie şi dispuse în zig-zag. Lungimea totală a descărcătorului catodic de 258 kV este de 9,6 m şi greutatea de 1,6 t. Cel mai mic descărcător este utilizat în reţele de 3 kV, el are o greutate de 5 kg şi o lungime de 20 cm. În tabela 2 din text sînt date caracteristicile nominale ale descărcătoarelor catodice din şirul tensiunilor 3—276 kV.

E 821 *a.r.*

Protecţia stîlpilor de fier contra coroziunii prin acoperirea lor cu zinc pulverizat. E. Zamzow, *ETZ* (B), nr. 9 (1957), pag. 359—361

621.315.668.1.004.4

Protecţia stîlpilor de fier constă actualmente în curăţirea lor de rugină şi vopsirea cu miniu de plumb şi cu două straturi de vopsea. O altă metodă practicată este cufundarea stîlpilor într-o baie de zinc. Prima metodă prezintă o protecţie de circa 6 ani, iar a doua de 20—30 ani, cu condiţia ca stratul de zinc să nu fie alterat mecanic în timpul transportului sau al depozitării.

Procedeul şpriţuirii (pulverizării) cu zinc constă în topirea la o flacără a unei sîrme de zinc, aplicarea unui strat de zinc de 0,1 mm cu ajutorul aerului comprimat pe fierul curăţit în prealabil printr-un jet de nisip şi apoi — după un interval de cel puţin două luni — aplicarea cu pensula a două straturi de vopsea.

Stratul de zinc la părţile din pămînt ale stîlpilor, aşezaţi pe grinzi subterane, este de 0,2 mm.

Stîlpii fixaţi în socluri de fundaţie nu se zincuiesc pe părţile din interiorul soclului. Grosimea stratului de zinc se măsoară cu instrumente adecvate (leptoscop, elctometru, microtest).

Intervalul de timp dintre zincuire şi vopsire este necesar:

1) ca să se observe şi să se corecteze eventuale pete rămase neacoperite cu zinc şi

2) ca să se formeze stratul de oxid de zinc, strat protector al zincului.

Zincuirea prin pulverizare prezintă două avantaje importante faţă de zincuirea în baie de zinc:

1) La zincuirea prin pulverizare eventuale alterări ulterioare datorite intemperiilor se pot uşor repara prin aplicarea unei paste de zinc şi vopsirea din nou a petelor alterate.

Acest procedeu nu prezintă suficientă siguranţă la zincuirea în baie.

2) Părţile cele mai vulnerabile din punct de vedere al protecţiei şi anume marginile profilelor de oţel sînt mai rezistente în cazul sprijuirii, deoarece datorită procedeului tehnologic, straturile de zinc se suprapun la colţuri.

Procedeul descris se experimentează în diferite ţări de aproape 40 de ani şi s-a constatat că stîlpii cu zăbrele trataţi cu 25—30 de ani în urmă se găsesc şi astăzi în cea mai bună stare.

E 822 *g.cr.*

Hidroenergetica

Amenajarea hidroelectrică Grande Dixence—Elveţia. Desmeules J., *Le Génie Civil* vol. 134 (1957), nr. 21, pag. 433—446

621.311.21 : 627.8

Pe rîul Val de Dix a fost construită în 1930—1935 o uzină hidroelectrică cu un baraj evidat de 87 m, realizînd un lac de 50 milioane m³. Uzina Chaudoline avea o cădere instalată de 1 750 m şi un debit instalat de 10,25 m³/s, fiind mult timp uzina cu cea mai mare cădere din lume.

Ideea conducătoare în noul proiect Grande Dixence este acumularea de energie de vîrf prin utilizarea unui nou lac creat pe Val de Dix. În lac converg apele captate de pe bazinele Vierge de Zermatt, Hereus (Val de Ferpede şi Val d'Arolla) şi Val de Vouanon. Aducţiunile totalizează 92 km cu 38 de captări din care cinci sînt prevăzute cu bazine de compensare pentru staţii de pompare. Din întreaga lungime a aducţiunilor numai 22 km sînt sub cota barajului; pentru rest s-au construit cinci staţii de pompare cu caracteristicile din tabela 1.

Staţii de pompare din bazinul Grande Dixence *Tabela 1*

Nr. crt.	Staţia	Altitudine, m.d.M	Înălţime de refulare, m	Volum pompat, milioane m³	Debit, m³/s	Putere, CP	Număr de pompe. buc.
1	Z'Mutt	1 900	445—468	72,6	4,2	34 200	4
2	Staffel	2 178	199—212	53,5	3,2	12 000	3
3	Fondelen	2 300	140—149	34,5	3,1	8 700	2
4	Arolla	2 000	338—361	82,7	4,0	25 000	3
5	Ferpede	1 820	193—216	55,1	2,6	10 000	3

Noul baraj Grand Dixence este aşezat cu 400 m în aval faţă de vechiul baraj care va fi în întregime înecat. Barajul de tip de greutate are următoarele caracteristici: cota coronamentului 2 365 m. d.M; lungimea la coronament 700 m, înălţimea peste cota de fundaţie 284 m, grosimea coronamentului 22 m, grosimea la bază 198,5 m, înclinarea parametrului aval 68—81 %, volum total de beton, 5,89 milioane m³.

Barajul se execută în etape şi va fi terminat în 1961. Volumul de apă acumulat de 400 milioane m³ va fi utilizat parţial în uzina existentă Chaudoline (50 milioane m³) şi parţial în noile uzine construite.

Uzina Chaudoline utilizează apa din noul lac de acumulare după trecerea acesteia printr-un reductor de presiune prin care să se disipe surplusul de 122 m creat prin înălţarea barajului. Soluţia este mai economică decît instalarea unei turbine care să prelucreze căderea.

Uzina Fionnay are o aducţiune de 8,6 km, cu un diametru de 4,1 m. Castelul este de tip cu diafragmă. Puţul blindat are o pantă de 70 % şi o lungime de 1 113 m, diametrul variind între 3,00 şi 2,80 m. Uzina este echipată cu 6 alternatoare de 60 000 kVA, fiecare fiind antrenat de două turbine Pelton de 38 600 CP. Debitul total instalat este de 45 m³/s, iar căderea brută maximă: 874 m. Canalul de fugă al uzinei debuşează într-un bazin de compensare de 175 000 m³.

Din acest bazin porneşte galeria de aducţiune a uzinei Nendaz de 16,2 km lungime şi 4,30 m diametru. La castel începe o conductă forţată de 849 m lungime şi 3,10 m diametru urmată de un puţ vertical de 166 m şi 2,90 m diametru şi un puţ înclinat de 648 m cu un diametru de 2,90 m.

Uzina Nendaz este echipată cu şase alternatoare de 80000 kVA, fiecare antrenat de două turbine de 45 000 CP. Debitul total instalat este de 45 m³/s, iar căderea brută maximă 1 007,8 m.

E 823 *a.f.*

Amenajarea hidroelectrică a văii Meduna (Italia). *Le Génie Civil* anul 77 (1957), vol. 134, nr. 19, pag. 407.

621.311.21 : 627.8

Rîul Meduna, afluent al rîului Livenza, care se varsă în Marea Adriatică, prezintă în partea superioară a bazinului pante foarte ridicate şi chei înguste, care se pretează bine pentru crearea de acumulări, indispensabile datorită variaţiilor sezoniere însemnate ale debitelor sale.

Proiectul de amenajare al văii s-a studiat în vederea producerii de energie electrică şi irigaţiei. Din amonte spre aval se prevăd patru uzine avînd acumulările amplasate la Cleveta, Ponte Racli, Colle şi Istrago. Prima acumulare este încă în proiect, însă celelalte, inclusiv uzinele, sînt în exploatare.

Pentru bazinul versant de la Ponte Racli, normala precipitaţiilor atinge 3 000 mm/an. Debitul utilizat la Ponte Racli este de 11,4 m³/s, la Colle — 10 m³/s şi la Istrago — 9,25 m/s. Diferenţele corespund debitelor absorbite de canalele de irigaţie.

Lacul Ponte Racli, cu volumul util de 22 mil m³, s-a realizat printr-un baraj în arc de 72 m înălţime, cu un volum de beton de 18 000 m³. Pentru siguranţă, la coronament, s-au prevăzut opt deschideri deversoare special studiate. Cei doi evacuatori, împreună cu golirea de fund, pot descărca 1 470 m³/s. Capacitatea de descărcare a deversorilor de pe coronament fiind de 60 m³/s, poate fi evacuat în total un debit de 1 530 m³/s. Etanşeitatea calcarelor dolomitice pe care s-a realizat fundaţia s-a obţinut prin injecţii cu 13 kg ciment pe ml într-o reţea de foraje cu lungimea totală de 7 530 m.

Priza de apă este racordată la o galerie sub presiune cu diametrul de 3,2 m şi lungimea de 3 360 m. Centrala, cu o cădere de 63 m este formată din două grupuri de 5 000 kVA. Pe canalul de fugă s-a amenajat un bazin compensator pentru regularizarea debitelor canalului de irigaţie şi a celor două uzine din aval, Colle şi Istrago.

Centrala Colle, cu două grupuri de 2 200 kVA, prelucrează o cădere de 32 m la un debit de 10 m³/s. De aici debitele se evacuează printr-o galerie ce traversează Meduna printr-un sifon şi ajung la un bazin de compensare ce comunică cu un canal de 390 m lungime, 13,2 m lăţime şi 4 m adîncime. Retenţia realizată prin bazin şi canal este de 35 000 m³. Bazinul are un deversor pentru 8 m³/s şi două sifoane.

Centrala Istrago, echipată cu două grupuri de 3 750 kVA, prelucrează o cădere de 67 m.

E 824 *v.co.*

Centrala hidroelectrică Kariba pe Zambezi. Caracteristici generale, program şi modalitate de execuţie. Lodigiani G., *Elettrotecnica*, 44 (1957), nr. 9, pag. 529—540.

621.311.21.001.2

Articolul constituie textul unei conferinţe ţinute de autor la 15 martie 1957 la Milano la sesiunea AEI; se prezintă caracteristicile generale ale CHE Kariba de pe fluviul Zambezi din Rodezia. Această centrală va avea un lac de 170.10^9 m³ ocupînd o suprafaţă de 300 km lungime şi 30 km lărgime. Suprafaţa bazinului fluviului pînă la punctul de amenajare este de 520.10^3 km², iar debitul fluviului este de 5 500—6 000 m³/s în martie şi mai şi scade pînă la 420 m³/s în lunile septembrie — noiembrie.

Temperatura medie anuală este de 25°C cu maxime de 45°C în lunile octombrie şi noiembrie; precipitaţiile în zona muntoasă ating 600 mm. Centrala va avea o putere de 600 MV în etapa I-a şi 1 200 MW în etapa finală, producţia de energie fiind respectiv de 4 şi 7 TWh. Investiţiile totale ale centralei se ridică la 115 milioane lire sterline. Lucrările au început în 1955 şi vor fi terminate în 1961. Centrala va avea baraj în arc de 124 m cu un cubaj de 1 000 000 m³ beton; volumul escavaţiilor va fi de 200 000 m³.

Conductele forţate, 6 la număr, au o înălţime de 85 m, fiind realizate din beton armat (diametru 6 m) pentru primul tronson cu înălţimea de 45 m şi din conducte metalice cu diametrul 5,2 m pe cealaltă porţiune. Canalele de fugă sînt în număr de trei cu o lungime de 350 m şi o secţiune excavată de 90 m² căptuşită cu beton. Cele trei camere de echilibru cilindrice au diametrul interior de 19 m, o înălţime de 38 m şi o capacitate de 32 000 m³. Lucrările subterane comportă un volum de excavaţii de 450 000 m³ şi un volum de 110 000 m³ beton.

Centrala propriu-zisă va fi subterană avînd dimensiunile 140/26 m² şi o înălţime de 40 m; sala transformatoarelor va avea respectiv 135/17 m² şi 16 m înălţime. În centrală vor fi instalate şase grupuri de 100 MW legate două cîte două la un transformator de 330 kV. Se dau în continuare detalii asupra mersului lucrărilor executate şi planificate în viitor.

E 825 *a.r.*

Centrala hidroelectrică Argentat. *Water Power* vol. 9 (1957), nr. 10, pag. 365—373.

621.311.21

Centrala hidroelectrică Argentat este aşezată pe rîul Dosrdogre. La amplasamentul barajului, rîul are un bazin de recepţie de 4 412 km², iar debitul mediu 109 m³/s. Pe acelaşi rîu sînt amplasate în amonte uzinele Bort-les-Orgues, Marèges, l'Aigle şi Castang.

Barajul are o înălţime de 18 m, creînd o retenţie de 7,2 milioane m³. Barajul are pentru aval 1 : 5; el este precomprimat în amonte după sistemul adoptat de A. Coyne la barajul Cheurfas, Cablurile de 5 mm diametru distanţate de la 1,2 la 2,2 m sînt ancorate în rocă la 10 m şi exercită o forţă de 120 t.

Centrala a fost concepută ca uzină experimentală pentru uzinele de maree. Ea este echipată cu două unităţi de 14 MW şi este prevăzută cu spaţiu de rezervă pentru o a treia unitate. Unităţile sînt grupuri orizontale cu alternatoarele instalate în bulburi aval de turbină.

Întreaga centrală va fi telecomandată de la Chastang.

E 827 *a.g,*

Calculul simplificat al castelelor de echilibru. G a r d e l A., *Schweizerische Bauzeitung*, anul 75 (1957), nr. 31, pag. 485—489.

627.843.621.311.21.(001)

În calculele de autoproiecte ale uzinelor hidroelectrice, comparaţia diferitelor tipuri de castele de echilibru dă naştere la numeroase calcule laborioase. Autorul încearcă să reducă diferitele tipuri de castel (cilindric, cu cameră superioară, diferenţial, cu diafragmă şi cu deversor) la un tip fictiv şi să-i determine în mod rapid, pe baza unor diagrame, valoarea saltului maxim şi minim, precum şi volumul necesar.

E 827 *a.f.*

Energetica nucleară

Acordarea „Premiului Lenin" unora dintre cei mai de seamă specialişti sovietici care au participat la construirea primei centrale atomoelectrice. *Atomnaia Energhia* (1957), nr. 8, pag. 87—90.

621.311.25 (47)

Printr-o hotărîre a comisiei pentru acordarea „Premiului Lenin" de pe lîngă Consiliul de Miniştri al U.R.S.S. s-a decernat „Premiul Lenin" specialiştilor sovietici care au participat la fondarea primei CAE : D. I. Blohinţev, N. A. Dolejali, A. K. Krasin şi V. A. Molih.

În editorial se face o scurtă trecere în revistă a problemelor de bază, rezolvate de specialiştii sovietici cu ocazia construirii primei CAE.

E 818 *g.c.*

Sarcini termice critice la circularea forţată a apei în reactoare nucleare înainte de a ajunge la punctul de fierbere. Z e n k e v i c i B. A., S u b b o t i n V. I., *Atomnaia Energhia*, nr. 8/1957, pag. 149—152.

621.039

În literatură pînă în prezent au fost descrise rezultatele cercetărilor experimentale în legătură cu sarcinile critice în regim de fierbere a apei cu circulaţie forţată în reactoare nucleare (înainte de a ajunge la saturaţie) şi s-a ajuns la concluzia că pentru aceasta nu se depăşeşte presiunea de 140 ata.

Întrucît industria constructoare de reactoare energetice este interesată şi pentru presiuni mai mari de 140 ata, au fost necesare cercetări ale sarcinilor critice şi pentru apă la presiuni pînă la 220 ata.

În articol se descrie instalaţia de experimentare, compusă din tuburi verticale, metode de experimentare şi rezultatele obţinute.

E 829 *g.c.*

Progres în S.U.A. Al 22-lea raport semestrial al Comisiei Energiei Atomice. *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 19, pag. 437—440, 8 tab.

621.039

Acest raport care se referă la perioada ianuarie—iunie 1957 este îndeosebi interesant prin anexele sale, din care se reproduc listele cu principalele date ale reactoarelor nucleare destinate sectorului civil. Numărul total de reactoare nucleare, în exploatare, în construcţie sau în proiectare se cifra la 30 iunie 1957 la 267, din care 91 reactoare de temperatură ridicată şi 176 de temperatură joasă, ultimele improprii pentru producerea de energie electrică.

E 830 *i.s.*

Incidentul de la Windscale. *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 20, pag. 453—454.

621.039.004.64

În editorial se fac cîteva consideraţii principiale asupra cunoscutei avarii a unuia din reactoarele de la Windscale.

Cele două reactoare de la Windscale au constituit în ultimii 6 ani principalul obiectiv pentru programul atomic militar britanic. Deşi puterea lor nu a fost comunicată, se consideră că ele sînt mai mari decît reactoarele de la centrala atomoelectrică Calder Hall. Reactoarele funcţionează cu uraniu natural, sînt moderate cu grafit şi răcite cu aer în circuit deschis.

S-a constatat că filtrele din căile de evacuare a aerului folosit ca agent de răcire au jucat un rol important în limitarea împrăştierii în atmosferă a celor mai nocivi izotopi radioactivi; totuşi se consideră că măsurile de siguranţă trebuiau să fie mai extinse. Dictonul că nu poţi fi niciodată prea precaut va rămîne totdeauna valabil în construcţia şi exploatarea reactoarelor nucleare. Faptul că avaria s-a produs după 6 ani de exploatare satisfăcătoare justifică această poziţie ca şi măsurile de prevedere luate prin amplasarea acestor instalaţii departe de centre locuite, această ultimă problemă fiind mult discutată în cursul ultimilor ani.

În final se subliniază grija şi seriozitatea cu care Comisia Energiei Atomice a intervenit pentru evitarea oricăror urmări a acestei avarii asupra populaţiei şi folosul care ar putea rezulta dintr-un schimb de experienţă cu inginerii francezi care au avut de rezolvat o avarie similară în octombrie 1956.

E 831 *i.s.*

Raportul privitor la Windscale. *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 21, pag. 495—496 şi 510—512.

621.039.004.64

Comitetul de experţi instituit de Comisia Energiei Atomice din Marea Britanie pentru cercetarea cauzelor avariei reactorului nr. 1 de la Windscale şi-a depus raportul, care a fost expus sub o formă adecvată şi Parlamentului. În declaraţia sa cu această ocazie, primul-ministru a arătat că accidentul s-a datorat parte unor lipsuri ale echipamentului şi parte unor greşeli de judecată ale personalului de exploatare, aceste greşeli fiind consecinţa unor lipsuri organizatorice.

Comisia pentru Energia Atomică a acceptat fără rezerve constatările raportului, inclusiv recomandarea ca un for independent să cerceteze modul de organizare al instalaţiilor sale. În acest scop au fost numite trei comitete de specialitate : tehnic, organizatoric şi pentru problemele de sănătate şi siguranţă; pînă la încheierea lucrărilor nici cel de-al doilea reactor, neavariat, de la Windscale nu va fi repornit.

Interesantă este relevarea în editorial a situaţiei intervenite în acest domeniu în care majoritatea specialiştilor cu înaltă calificare sau experienţă a fost concentrată în organele centrale, lipsind instalaţiile şi laboratoarele de directa lor supraveghere. Este probabil că ancheta în curs va aduce o deplasare inversă în această privinţă.

În pag. 310—312 se publică un rezumat al raportului.

E 832 *i.s.*

Centrala atomoelectrică Hinkley Point. *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 19, pag. 423—426, 7 fig.

621.039 : 621.311.25

Caracteristica principală a comenzii acestei noi centrale atomoelectrice este puterea sa electrică mult sporită, care a crescut la 500 MW putere electrică netă. Această creştere a puterii va fi realizată fără o mărire demnă de menţionat a temperaturii în barele cu combustibil nuclear — această temperatură fiind, după cum se ştie, limitată în reactoarele nucleare răcite cu gaze şi moderate cu grafit — ci numai printr-o mai bună utilizare a spaţiului recipientului destinat să preia miezul reactorului şi printr-o creştere a presiunii şi cantităţii gazelor de răcire.

Cele două reactoare cu cîte un debit termic de 980 MW conţin 370 t uraniu şi 2000 t grafit.

Sînt prevăzute 6 grupuri turbogeneratoare de cîte 93,5 MW şi trei grupuri auxiliare de cîte 33 MW. Ultimele, din care un grup este de rezervă, sînt destinate a alimenta motoarele compresoarelor de gaze, care vor funcţiona cu turaţie variabilă. Variaţia turaţiei se va obţine prin alimentarea motoarelor compresoarelor cu frecvenţă variabilă de la grupurile auxiliare, a căror turaţie însăşi va fi corespunzător reglată.

E 833 *i.s.*

Abur tehnologic din centrale atomoelectrice. *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 19, pag. 411—412.

621.039 : 621.311.25 :697.34

Un mare număr de concerne industriale din Marea Britanie examinează în mod foarte serios folosirea de reactoare nucleare ca sursă de căldură pentru acoperirea în regim de termoficare a necesităţilor de abur tehnologic şi energie electrică. Grupurile turbogeneratoare ar urma să fie realizate cu turbine cu contrapresiune. Mari fabrici de hîrtie şi mari întreprinderi ale industriei chimice se gîndesc la reactoare cu un debit termic pînă la 50 MW.

O problemă fundamentală o constituie întrebarea dacă în cazurile în care procesul de fabricaţie este continuu în tot cursul anului se mai poate adopta alegerea unui singur reactor nuclear, ceea ce constituie altfel soluţia cea mai economică. Cu toate că se cere mult curaj pentru bazarea întregii gospodării energetice pe un singur reactor, care nu trebuie să aibă perioade de oprire, totuşi se pare că se propun soluţii concrete de acest gen.

Ţinînd seama că 80% din combustibilul consumat în Marea Britanie este utilizat pentru căldură şi numai 20% pentru producerea de energie electrică, rezultă că folosirea reactoarelor nucleare pentru acoperirea necesităţilor de abur tehnologic poate avea, din punct de vedere al reducerii importului de combustibili, o importanţă şi mai mare decît utilizarea lor pentru centrale atomoelectrice cu pură condensaţie.

E 834 *i.s.*

Reglarea reactoarelor nucleare. Walker, J., *Atomwirtschaft*, vol. 2 (1957), nr. 10, pag. 313—316.

621.039.004.2

Sistemul de reglare al unui reactor nuclear depinde de natura reactorului, de agentul de răcire, de moderator şi reflector, cît şi de scopul şi condiţiile de exploatare ale instalaţiei.

Articolul prezintă principiile şi metodele pentru reglarea reactoarelor nucleare elaborate în Anglia şi experienţa dobîndită pînă acum. Se degajă clar o tendinţă hotărîtă pentru automatizarea reglării. Deocamdată, din cauza stadiului iniţial al tehnicii reactoarelor, mai primează însă consideraţiile de siguranţă ale sistemului de reglare faţă de considerente de cost.

E 835 *i.s.*

Echiparea cu instrumente a reactoarelor nucleare. Taylor D., *Atomwirtschaft*, vol. 2 (1957), nr. 10, pag. 308—312, 3 fig.

621.039.002

Se descriu instrumentele necesare reglării măsurilor de siguranţă şi urmăririi funcţionării unui reactor nuclear.

Instrumentele care servesc pentru măsurători nucleare sînt prezentate pe larg, în timp ce cele destinate măsurătorilor tehnice obişnuite sînt menţionate numai în măsura în care apar legate de probleme specifice reactoarelor nucleare.

Articolul se încheie cu o reprezentare schematică a ansamblului de instrumente necesare unui reactor şi cu o listă a instrumentelor necesare protecţiei faţă de radiaţii.

E 836 *i.s.*

Folosirea izotopilor radioactivi în energetică. Kostrikin I. M. şi Antonov A. I.: *Energhetic*, nr. 11 (1957), pag. 34—38.

621.384.2

În termoenergetică izotopii reactivi sînt folosiţi pentru controlul şi comanda proceselor tehnologice ca: măsurarea nivelului lichidului în tamburi sau vase închise, semnalizarea alimentării cu combustibil, detectarea defectelor în structura metalelor, conţinutul diferitelor săruri dizolvate în apă sau abur, antrenarea acestor săruri de la o instalaţie la alta, uzarea detaliilor maşinilor etc.

În articol se descriu proprietăţile razelor α, β şi γ în lumina folosirii lor în diferite scopuri în energetică. Se dă schema unor aparate de măsurat: nivelmetre pentru apa din tambur, manometre pentru gaze, tahometre cu înregistrare pentru turbine şi alte maşini, aparate pentru măsurarea şi controlul grosimii pereţilor ţevilor.

Se dau indicaţii generale privind posibilitatea folosirii izotopilor radioactivi în procesul de epurare chimică a apei la CTE şi controlul acestora.

E 837 *g.c.*

RECENZII

621.311.21 (47)

Sokolov D. I., Varhotov I. L., Kulikov P. E., Flekser I. N.: **Atlasul construcţiilor hidrotehnice ale uzinelor hidroelectrice rurale.** *Gosstroizdat* (1956), 8 pagini, 60 planşe.

În atlas se prezintă caracteristicile şi detaliile constructive a 21 de uzine hidroelectrice construite în U.R.S.S.

1. *Uzina Budogoşci* de pe rîul Pcevje (afluent al rîului Volhov) în regiunea Leningrad. Uzina construită pentru electrificarea colhozurilor utilizează un debit de 7 m³/s sub o cădere de 6,6 m, avînd o putere instalată de 350 kW.

Nodul hidraulic constă din barajul descărcătorul de beton, clădirea centralei şi barajul de pămînt. Centrala este echipată cu două turbine IIPK 245 BB 120; producţia anuală de energie este de 1 140 mii kWh cu un număr de 3 250 ore de utilizare.

2. *Uzina Cernişensk* de pe rîul Jizdre în regiunea Kalujsk. Debitul instalat al uzinei este de 19 m³/s, iar căderea variază între 1,5 şi 4,5 m. Uzina constă din deversor, clădirea centralei, evacuatorul de buşteni şi barajul de pămînt. Uzina este echipată cu două turbine Kaplan cu o putere totală de 480 kW, avînd o producţie anuală de 2,26 milioane kWh, cu un număr de 3 900 ore utilizare.

3. *Uzina Veliko-Sorocinsk* pe rîul Psel în R. S. S. Ucraineană. Uzina, proiectată de filiala ucraineană a Institutului Ghiproselelektro are un debit instalat de 13,4 m³/s, o cădere de 3,2 m şi o putere de 340 kW. Ca şi uzinele anterioare, aceasta constă din clădirea centralei, un descărcător cu două deschideri de 15 m şi două mici baraje de pămînt. În sala maşinilor de 93,2 m² sînt instalate trei turbine cu ax vertical.

4. *Uzina Kopilnovsk* pe rîul Velikoi în regiunea Velikoluksk, la intrarea rîului în lacul Kopilkovskoe.

Uzina cu un debit instalat de 7,7 m³/s, o cădere de 6,4 m şi o putere de 440 kW realizează un lac de acumulare cu regularizare sezonieră. Uzina constă din centrala aşezată pe malul drept şi dintr-un baraj de pămînt. Debitul maxim cu asigurare 1% de 89 m³/s este evacuat printr-o deschidere prevăzută în centrală. În sala maşinilor sînt montate două turbine cu ax vertical, cuplate direct cu generatoarele.

5. *Uzina Talnovsk* pe rîul Gornom Tikice în R. S. S. Ucraineană.

Uzina, proiectată în 1952, are un debit instalat de 7,76 m³/s, o cădere de 6,9 m şi o putere instalată de 400 kW. Deversorul uzinei, proiectat pentru un debit de 483 m³/s are şapte deschideri de 5,00 închise în vane de lemn. Barajul de pămînt are o lungime de 80 m şi o înălţime maximă de 10,9 m, lăţimea coronamentului este de 4,5 m. În sala maşinilor sînt instalate două turbine.

6. *Uzina Mihailovsk* pe rîul Medvidiţa în regiunea Stalingrad.

Uzina, proiectată în 1951, are o putere instalată de 1 010 kW. prelucrînd un debit de 35 m³/s sub 4,4 m cădere. Barajul deversor de 74,8 m lăţime evacuează un debit de 970 m³/s. În centrală sînt montate două turbine Voith şi este prevăzut spaţiul necesar pentru instalarea unei a treia turbine.

7. *Uzina Vladimir* pe rîul Kliazma.

Uzina reprezintă una din cele zece trepte ale amenajării rîului şi lucrează în paralel cu sistemul energetic Ivanov. Cu un debit instalat de 64 m³/s şi o cădere de 1,5—4,4 m, uzina are o putere instalată de 1 400 kW şi o producţie anuală de 6,11 milioane kWh.

Descărcătorul uzinei cu o lungime totală de 116,8 m are cinci deschideri. Pentru reducerea infiltraţiilor sub baraj s-a executat o perdea de palplanşe metalice de 8,5 m adîncime. Barajul de pămînt de 280 m lungime are o înălţime maximă de 8,6 m şi o lăţime la coronament de 6 m. În centrală sînt instalate patru grupuri turbogeneratoare.

8. *Uzina Maksintinsk* pe rîul Velikoi în regiunea Velikoluksk.

Uzina cu un debit instalat de 35 m³/s şi o cădere de 6 m are o putere instalată de 1 400 kW şi o producţie anuală de 7,8 milioane kWh.

Descărcătorul calculat pentru debitul cu 2% asigurare şi verificat pentru debitul cu 0,5% asigurare are o lăţime totală de 32 m fiind compus din patru deschideri de 8 m. În centrală sînt instalate două turbine Kaplan cuplate cu generatoare Siemens-Schuckert.

9. *Uzina Cighirinsk* pe rîul Drute în regiunea Bobruisk.

Uzina are o putere de 1 560 kW, un debit instalat de 38 m³/s şi o cădere de 6,5 m, cu un număr de 4 470 ore utilizare pe an.

Barajul de pămînt are o lungime la coronament de 970 m şi o înălţime maximă de 10 m. Descărcătorul compus din şase deschideri de 10 m evacuează debitul cu asigurare 2% (1 050 m³/s). În clădirea centralei sînt montate trei turbine cuplate cu generatoare.

10. *Uzina Murmausk* pe rîul Kite, în regiunea Murmausk.

Proiectată de filiala din Leningrad a Institutului Ghiproselelektro, în 1954, uzina are o presiune de 4 m, un debit de 7,7 m³/s şi o putere instalată de 230 kW. Barajul este proiectat din căsoaie, întreaga construcţie utilizînd cu precădere lemnul ca material de construcţie. Între descărcător şi clădirea centralei s-a amenajat o scară de peşti.

11. *Uzina Ballacev* pe rîul Bîstroi Tanîp în R.S.S.A. Başkiră.

Debitul instalat al uzinei este de 7,1 m³/s. Puterea instalată fiind 300 kW, iar producţia anuală 1,3 milioane kWh, uzina are un număr de 4 000 ore utilizare pe an.

Uzina constă dintr-un baraj de pămînt cu o înălţime maximă de 8 m, un descărcător cu o singură deschidere, evacuînd 153 m³/s, şi clădirea centralei. Atît descărcătorul cît şi centrala sînt construite din lemn. Echipamentul electromecanic constă din două grupuri cu regulatorii respectivi.

12. *Uzina Krasnohutorsk* pe rîul Siniuha în R. S. .S. Ucraineană.

Puterea uzinei este de 3 300 kW, iar producţia anuală de 14 milioane kWh, debitul instalat fiind 37 m³/s şi căderea brută de 12 m. Nodul hidraulic constă dintr-un baraj deversor de beton cu profil practic şi o centrală prevăzută cu trei agregate.

13. *Uzina Cernialsk* pe rîul Iujnîi Bug în R. S. S. Ucraineană.

Uzina de tip cu derivaţie are o cădere brută de 5,4 m, un debit de 38 m³/s şi o putere de 1 400 kW.

Captarea constă dintr-un prag deversor de beton; priza amplasată pe malul stîng este de tip cu avant-canal. Lungimea canalului de derivaţie este de 820 m. Centrala prevăzută a lucra în paralel cu sistemul energetic al regiunii este echipată cu două agregate.

14. *Uzina Hazarbah I* pe rîul Tupolang în R. S. S. Uzbecă.

Uzina este construită pe canalul de irigaţie Hazarbah; debitul în perioada de vară este de 20,7 m³/s, iar în perioada de iarnă de 7—13 m³/s, cu o cădere de 9,4 m, puterea instalată este 1 360 kW, iar producţia anuală 4,75 milioane kWh. Nodul hidraulic cuprinde un deversor cu prag lat pe canal şi priză de apă. Canalul de derivaţie are o lungime de 500 m, o lăţime la fund de 5 m şi o adîncime de 2,2 m. Panta sa este de 0,4‰. Nodul de presiune constă din camera de punere sub presiune, puţul forţat de beton şi centrala echipată cu două grupuri.

15. *Uzina Ragnuksa* în R. S. S. A. Karelă pe rîul cu acelaşi nume.

Căderea brută a uzinei este de 13,5 m, debitul de 6,8 m³/s şi puterea instalată 690 kW. Nodul hidraulic cuprinde priza şi barajul deversor cu profil practic Creager-Ofiţerov, prevăzut cu vane segment. Canalul de aducţiune de 340 m lungime şi 0,43‰ pantă are o lăţime la fund de 2,2 m. În clădirea centralei sînt montate două turbine Francis.

16. *Uzina Hezlobnensk* pe rîul Podkuma în regiunea Stavropol.

Cu o presiune de 13,5 m şi un debit instalat de 5,8 m³/s, uzina are o putere de 534 kW. Barajul constă din trei deschideri de 5 m lăţime închise, cu vane segment. După un canal de aducţiune de 2,8 km urmează camere de punere sub presiune, trei conducte forţate de lemn de 1 m diametru, alimentînd fiecare unul din cele trei agregate ale centralei.

17. *Uzina Kicimaisk* pe rîul Şahi în regiunea Krasnodar.

Uzina de tip cu derivaţie are o cădere de 12 m, un debit instalat de 24 m³/s, o putere de 2 200 kW şi o producţie de energie anuală de 10 milioane kWh.

Barajul este prevăzut cu trei deschideri de 10 m evacuînd un debit de 440 m³/s. Pe baraj sînt montate trei vane segment. Canalul de aducţiune de 1 450 m lungime are panta 0,5‰ şi lăţimea fundului 3 m.

La capătul canalului este construit bazinul de punere sub presiune, prevăzut cu deversor. Uzina are trei conducte forţate metalice de cîte 38 m lungime şi 1,84 m diametru alimentînd fiecare cîte o turbină Kaplan.

18. *Uzina Orlov* pe canalul Malka-Kura din sistemul de irigaţie Tetek-Kuma.

Uzina este situată la 11 km de intrarea canalului magistral în rîul Kura şi are un debit instalat de 9,3 m³/s, o cădere de 30 m, o putere de 2 000 kW şi o producţie anuală de de 9 milioane kWh. De tip clasic cu derivaţie, uzina este prevăzută cu trei turbine Francis.

19. *Uzina Novo-Troiţk* pe canalul de irigaţie Kuban-Erolik.

Uzina este construită cu ocazia barării rîului Erolik pentru irigaţii. Priza de apă este comună cu cea a canalului magistral de pe malul drept. Uzina prelucrează 20,7 m³/s sub o cădere de 21 m, avînd o putere de 3 500 kW şi o producţie anuală de 12,1 milioane kWh şi este echipată cu două turbine Francis.

20. *Uzina Storojev* în Caucazul de Nord.

Uzina construită pe un canal care uneşte rîul Kiafar cu rîul Brjgou utilizează căderea de 31 m dintre cele două rîuri, derivînd un debit de 3,88 m³/s. Puterea ei este de 880 kW.

21. *Uzina Malokonstantinovsk* pe rîul Iujnîi Bug în R. S. S. Ucraineană.

Ultima uzină analizată este tot de tipul de derivaţie, avînd o putere de 800 kW şi o producţie de 4 milioane m³. Canalul de derivaţie paralel cu rîul este separat de acesta parţial printr-un dig de pămînt, parţial prin căsoaie.

Din cele de mai sus se poate observa că uzinele prezentate reprezintă tipuri variate (uzine baraj, uzine cu derivaţie, uzine pe canale de irigaţie) şi numeroase soluţii constructive.

Pe de o parte lucrarea are o valoare de prezentare a uzinelor hidroelectrice mici construite în U.R.S.S. după 1950. Pe de altă parte ea este utilă în proiectarea uzinelor mici, dînd exemple ale soluţiilor utilizate în diferite cazuri concrete întîlnite în U.R.S.S.

Ing. **A. Filotti**

СОДЕРЖАНИЕ

Заседание Центрального Совета АСИТ-а 16 февраля 1958.
Energetica, VI (1957) No. 3, стр. 101

B. Matocha и A. Mayer: **Гидроэлектростанции и строительство гидроэлектротурбин в Чехословакии.**

Дается обзор новых гидроэлектроцентралей в Чехословакии и описываются некоторые сроительные подробности новых конструкций известного гидротурбиностроительного завода СКД Бланско (Ч. С. Р.).
Energetica, VI (1958) No. 3, стр. 105

C. Gr. Ionescu: **Современные тенденции в комплексном использовании топлива для энеретических и технологинвских целеи**

Определяются и даются характеристики отеплительных схем. Указываются возможности экономии топлива путем применения данных схем для производства электроэнергии и технологических процессов. Отмечаются последние достижения в этой обла ти.
Energetica, VI (1958) No. 3, стр. 109

D. Corbaru: **Современные системы релейной защиты сборных шин.**

После определения значений основных условий и главных типов релейной защиты сборных шин, в статье даются современные системы релейной защиты с реле большой сопротивляемости и реле тормозного действия.
Energetica, VI (1958) No. 3, стр. 117

НА ПОМОЩЬ ПРОИЗВОДИТЕЛБНОСТИ

C. Dinulescu и C. Burducea: **Очистка конденсаторов паровых турбин во время работы.**

Дается метод постоянной очистки конденсаторов паровых турбин, без остановки и снижения мощности, с помощью циркуляции в охладительной воде, определенного количества резиновых шариков (50—100 шт. по 2—3 часа в день), очищающих внутреннюю часть цтруб. Метод используется с хорошими результатами заграницей. Дается также расчет эжетора для пропуска резиновых шариков в охладительную цепь.
Energetica, VI (1958) No. 3, стр. 123

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ЗАРУБЕЖНЫХ НАЦИОНАЛЬНЫХ ОБЩЕСТВ ЭНЕРГЕТИКОВ

C Burducea: **Будапештский съезд организованный Научным Союзом энергетической промышленности Венгрии (27 мая по 1 июня 1957 г.).**
Energetica, VI (1958) No. 3, стр. 126

ЭНЕРГЕТИКА ЗА РУБЕЖОМ стр. 135
ДОКУМЕНТАЦИЯ стр. 139
РЕЦЕНЗИИ стр. 147

INHALTSVERZEICHNIS

Die Tagung des Zentralrats ASIT vom 16. Februar 1958
Energetica, VI (1958) H. 3, S. 101

B. Matocha und A. Mayer: **Wasserkraftwerke und Wasserturbinenbau in der C.S.R**

Der Aufsatz bringt eine Übersicht über die zur Zeit in der C.S.R. im Bau befindlichen Wasserkraftwerke und beschreibt einige neuen Erzeugnisse der bekannten Wasserturbinenwerke CKD Blansko.
Energetica, VI, (1958) H. 3, S. 105

C. Gr. Ionescu: **Neuzeitliche Bestrebungen für gleichzeitige Verwendung von Kohle für energetische und technologische Zwecke**

Es werden die Eigentümlichkeiten der Erzeugung elektrischer Energie aus Wärme umrissen. Die Möglichkeiten der Brennstoffersparung ergeben sich aus der gleichzeitigen Erzeugung von elektrischer Energie und von Industrieprodukten. Die letzten Entwicklungen auf diesem Gebiet werden angeführt.
Energetica, VI (1958) H. 3, S. 109

D. Corbaru: **Neuzeitliche Relaisschutzvorrichtungen für Sammelschienen**

Bedeutung, Betriebsforderungen und Haupttypen des Relaisschutzes für Sammelschienen werden beschrieben. Der Aufsatz behandelt im folgenden die neuzeitlichen Schutzvorrichtungen für Sammelschienen mit Relais' grosser Impedanz oder mit Bremswirkung.
Energetica, VI (1958) Nr. 3, S 117

FÜR DAS BETRIEBSPERSONAL

C. Dinulescu und. C. Burducea: **Reinigung der Kondensatoren von Dampfturbinen während des Betriebs**

Eine neue interessante Reinigungsmethode der Kondensatoren von Dampfturbinen ohne Betriebsunterbrechung oder Minderung der Last wird beschrieben. Sie besteht in der Einführung einer gewissen Anzahl von Gummikugeln in die Kühlwasserströmung (50—100 Stück 2—3 Stunden täglich), wobei die Kugeln durch Reibung die Innenflächen der Rohre reinigen. Dieses Verfahren, mit gutem Ergebnissen im Ausland angewendet, wird zur Zeit in unserem Land versuchsweise betrieben. Es werden für die Berechnung des Kugelzubringers erforderliche Angaben gemacht.
Energetica, VI (1958) H. 3, S. 123

BERICHTE ÜBER DIE TÄTIGKEIT AUSLÄNDISCHER NATIONALER ENERGIE WIRTSCHAFTLICHER VEREINIGUNGEN

C. Burducea: **Budapester Tagung der Wisenschaftlichen Vereinigung der elektrizitätserzeugenden Industrie (27 Mai-Juni 1957)**
Energetica, VI (1958) H. 3, S. 12?

DIE ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND, S. 135
DOKUMENTIERUNG, S. 139
REZENSIONEN, S. 147

SOMMAIRE

La Séance du Conseil Central ASIT, du 16 février 1958
Energetica, VI (1958) No. 3, p. 101

B. Matocha et A. Mayer: **Les usines hydroelectriques et la construction de turbines hidrauliques en Tchécoslovaquie**

L'article comprend une vue d'ensemble sur la construction de nouvelles hydrocentrales en Tchécoslovaquie et décrit quelques détails de construction concernant les récentes réalisations de l'usine de turbines hydrauliques CKD Blansko (C.S.R.)

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 105

C. Gr. Ionescu: **Tendances modernes dans l'utilisation complexe du combustible pour buts énergétiques et technologiques**

Dans l'article sont définies les caractéristiques des schémas technologiques de chauffage. Tot en relevant les possibilités d'économie de combustible réalisables par l'emploi de ces schémas tant dans la production d'énergie électrique que pour des procès technologiques l'auteur présente les récentes réalisations dans ce domaine.

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 109

D. Corbaru: **Sistèmes modernes de protection des barres par relais**

Après l'exposition de l'importance des conditions de base et des types principaux de protection des barres par relais, l'article traite sur les systèmes modernes de protection par relais à grande impédance et relais à action de freinage.

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 117

POUR LE PERSONEL DES EXPLOITATIONS

C. Dinulescu et C. Burducea: **Le nettoyage des condensateurs des turbines à vapeur pendant leur fonctionnement**

L'article présente une méthode intéressante de nettoyage continu des condensateurs des turbines à vapeur, sans arret de fonctionnement et sans réduction de charge, au moyen de la véhiculation dans le courant d'eau de refroidissement d'un certain nombre de billes en cautchouc spongieux (50—100 pièces pendant 2—3 heures par jour) qui nettoient par frottement l'intérieur des tuyaux. La méthode est utilisée avec de bons résultats à l'etranger et est en cours d'expérimentation. L'article apporte aussi le calcul du dispositif pour l'introduction des billes dans le circuit de refroidissement.

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 123

DE L'ACTIVITE DES ASSOCIATIONS NATIONALES ETRANGERES DES INGENIEURS ENERGETICIENS

C. Burducea: **La conferénce de Budapest, organisée par l'Union Scientifique pour l'Industrie énergétique de la République Populaire Hongroise (27 mai — 1 juin 1957)**

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 126

L'ENERGIE ELECTRIQUE A L'ETRANGER, p. 135
DOCUMENTATION, p. 139
RECENSIONS, p. 147

CONTENTS

ASIT Central Council Meeting February 16-th 1958
Energetica, VI (1958) No. 3, p. 101

B. Matocha and A. Mayer: **Hydroelectric plants and construction of hydraulic turbines in Czechoslovakia**

The paper brings a survey concerning the construction of new hydroelectric powerplants in Czechoslovakia and describes some details of construction recently realized by the well known CKD Blansko hydraulic turbines factory (C.S.R.).

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 105

C. Gr. Ionescu: **Modern trends in the compound of fuel for energetical and technological purposes**

The paper defines the features of technological heating schemes. While emphasing the savings of fuel to be realized by the use of these schemes both for producing electric energy and for technological purposes the author presents the recent realizations in this field.

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 109

D. Corbaru: **Modern sistems of bus-bar protection throug relays**

After exposing the importance of basic conditions and principal types of bus-bar protection through relays, the paper deals with the modern protection systems by means of great impedance and blocking relays.

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 117

FOR THE MAINTENANCE TEAM

C. Dinulescu and C. Burducea: **Cleaning of steam turbines condensers during functioning**

The paper brings an interesting cleaning method of steam turbines condensers with no interruption of functioning and no load reduction, by means of driving in the cooling water circuit a certain number of balls, made of spongy rubber (50—100 balls during 2—3 h a day) which clean by friction the interior of pipes. The method is used with satisfactory results abroad and is now experienced in our country. The paper gives also the computation of the apparatus for the introduction of the balls in the cooling circuit.

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 123

ON THE ACTIVITY OF FOREIGN NATIONAL SOCIETYS OF ENERGETICAL ENGINEERS

C. Burducea: **The Budapest Conference organized by the Scientifical Union for Energetic Industry in Hungaria (27 may — 1 june 1957)**

Energetica, VI (1958) No. 3, p. 126

ELECTRICITY ABROAD, p. 135
DOCUMENTATION, p. 139
BOOK REVIEW, p. 147

KÖNYVTÁR-ORSZÁGOS MÚSZAKI 1883

VSESOJUZNOE OBJEDINENIJE

„MACHINOEXPORT“

exportă:

INSTALAŢII DE POMPE:

- pompe
- centrifuge
- cu piston
- cu piston plonjor
- rotative
- de turbulenţă
- cu palete
- cu şurub
- de noroi
- rezistente la acizi
- speciale

In toate problemele de achiziţionare a utilajului, vă rugăm să vă adresaţi pe adresa:

V/O „MACHINOEXPORT“

SMOLENSKAYA—SENNAYA PLOSCHAD 32/34
MOSCOVA G-200

Adresa telegrafică: **MACHINOEXPORT** Moscova

exports:

PUMPING EQUIPMENT:

- pumps
- centrifugal
- reciprocating (piston pumps)
- plunger pumps
- rotary pumps
- turbulent pumps
- semi-rotary (vane) pumps
- screw pumps
- slush (scum) pumps
- acid-proof pumps
- special pumps

Please address all enquiries in connection with purchasing equipment to:

V/O „MACHINOEXPORT“

SMOLENSKAYA — SENNAYA PLOSCHAD 32/34
MOSCOW G-200

Cable address: **MACHINOEXPORT** Moscow

LEI 5

E 2039

E 2039

ENERGETICA

4

1958

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

1. Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.
2. Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.
3. Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.
4. Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.
5. Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.
6. În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.
7. Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.
8. Citirea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.
9. Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.
10. Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.
11. Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.
12. Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.
13. Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.
14. Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.
15. Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.
16. Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.

Revista „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele — Departamentul Energiei Electrice. — Redacția: București, Str. Ion Ghica nr. 3, Raionul Tudor Vladimirescu, Telefon: 3.07.30, 3.07.28 și 6.78.78. — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 3.48.00. — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la redacția și administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară, precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul Central A.S.I.T. 071012 D.O.C. — B.R.P.R. — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual. Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual. — Prețul unui exemplar: lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 3, București.

E 2059

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 4 APRILIE 1958

SUMAR

C. F. Powel: Mesaj adresat oamenilor de ştiinţă 149

N. Pănoiu şi *C. Cazacu*: Aspecte ale arderii în strat a ligniţilor din R.P.R. 151

C. Goldenberg: Valabilitatea aplicării metodei cheltuielilor anuale minime în determinarea parametrilor economici ai reţelelor de termoficare cu apă fierbinte 159

D. Pavel şi *M. Iliescu*: Contribuţii la stabilirea numărului grupurilor în centralele fluviale 165

DIN EXPERIENŢA INTREPRINDERILOR

M. Ionescu: Determinarea experimentală a statismului unei turbine de termoficare 172

PENTRU NOILE CADRE

M. Zickman şi *P. Vasilescu*: Tratarea neutrului unei reţele de 60 kV 175

DIN VIAŢA ASOCIAŢIILOR NAŢIONALE DE INGINERI ELECTRICIENI DIN ALTE ŢĂRI

G. Panaitescu: A X-a sesiune anuală a Asociaţiei Electricienilor Polonezi (S.E.P.) la Katowice 187

DOCUMENTARE 192

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. ing. **I. D. Stăncescu** redactor responsabil, conf. ing. **C. Mihăileanu** redactor responsabil adjunct, **Ing. N. Armencoiu**, conf ing. **I. A. Badea**, prof. ing. **M. Bercovici**, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu**, ing. **V. Cozelciuc**, ing. **P. Dimo**, prof. ing. **C. Dinculescu**, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Herescu**, conf. ing. **N. Moldoveanu**, prof. ing. **C. Penescu**, ing. **P. Vicol**, prof. ing. **I. Vlădea**

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 4
APRILIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1888
Institutul de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
OBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

(062)

Mesaj adresat oamenilor de știință

B. F. POWELL
Președinte al Federației Mondiale a Oamenilor de Știință

LA ÎNCEPUTUL acestui an, într-o situație mult mai primejdioasă pentru omenire decît înainte, dar — totodată — mai bogată în posibilități de bunăstare, este oportun să trecem în revistă realizările și eșecurile anului ce a trecut și să încercăm să distingem principalele sarcini pentru viitor. Spre a contribui la informarea oamenilor de știință din lumea întreagă, care se consacră sarcinii de a asigura ca marile realizări științifice ale timpului nostru să nu conducă la o catastrofă nucleară, ci să fie larg folosite în toate țările pentru progresul omenirii, Federația Mondială a Oamenilor de Știință le adresează — o dată cu urările sale prietenești — următorul mesaj:

Anul 1957 s-a remarcat printr-un șir de succese deosebite; în fizică, de exemplu, au fost realizate progrese însemnate pentru înțelegerea rolului „parității" și a legăturii sale cu reacțiile și transformările, care pun în cauză particule instabile, mezonii și hiperonii; pe de altă parte, au fost produse — la scară redusă — reacții termonucleare controlate, succes care va apropia, fără îndoială, clipa în care vom putea conta pe acest foarte abundent izvor de energie. În domeniul biologiei, au fost realizate mari progrese în studiul constituției moleculare a celor mai mici ființe vii, în particular asupra virusurilor și asupra mecanismului de reproducere a celulelor, progrese care aduc speranța unui mare control asupra proceselor vitale și asupra bolilor.

Ritmul continuu și din ce în ce mai accentuat al descoperirilor științifice este o consecință inevitabilă a aplicării generalizate și crescînde a mijloacelor științifice la toate aspectele problemelor umane. Dacă vom izbuti să prevenim o catastrofă nucleară, va trebui să ne așteptăm la un ritm accelerat al descoperirilor științifice, cu toate surprizele și posibilitățile ce decurg și inovațiile tehnice la care acestea vor conduce. Progresele științifice ale anului trecut au fost realizate în multe țări, subliniind în felul acesta importanța punerii în valoare a tradițiilor și a capacităților științifice ale mai multor națiuni sau, mai bine zis, ale tuturor națiunilor. Între altele, o demonstrație strălucită a avantajelor cooperării științifice internaționale o constituie succesele legate de anul geofizic internațional. Acesta este cel mai mare efort internațional de cercetare planificată întreprins cîndva și succesul său a fost asigurat prin marea realizare a oamenilor de știință din U.R.S.S., care au așezat pe orbite doi sateliți artificiali ai pămîntului; fără îndoială că și alte realizări asemănătoare vor urma din alte țări. Încă nu este cu putință să prevedem toate consecințele științifice și tehnice ale acestei mari realizări, dar este de pe acum evident că observarea acestor sateliți, din centrele stabilite în numeroase țări, va contribui în mare măsură la sporirea cunoștințelor noastre despre razele cosmice, ionosferă, structura pămîntului, cum și în alte domenii. Succesele acestor experiențe ne dau un exemplu concret de valoarea unui efort coordonat folosind științe și tehnici diferite.

Dar, dacă marile progrese științifice ale anului trecut subliniază caracterul internațional al științei, arătînd importanța unei colaborări mai strînse între oamenii de știință din diferite țări, ele nu au reușit — totuși — să slăbească cîtuși de puțin încordarea existentă între cele două mari grupuri de puteri. Mai mult încă, trebuie să recunoaștem că noul an începe într-o atmosferă de mare neliniște și că unele dintre noile progrese au întărit cele mai primejdioase tendințe de a face abuz de progresele științei. Cursa înarmărilor s-a accelerat și tinde să acapareze o parte din ce în ce mai mare din resursele statelor; experiențele cu arme nucleare continuă; avioane încărcate cu bombe de hidrogen sînt în permanență în zbor, în timp ce rachete încărcate sînt gata de a fi folosite. De aici rezultă primejdia mereu crescîndă a declanșării crizei de către unele accidente întîmplătoare sau eventuale neînțelegeri. Față de această permanentă amenințare, se înțelege că numărul celor conștienți de necesitatea imperioasă a găsirii unei ieșiri din actualul impas politic, pentru îndepărtarea unei inerente catastrofe, crește din ce în ce mai mult.

Deși se poate spune că există — într-adevăr — tot mai multe opinii influente în favoarea găsirii căii spre o înțelegere generală și ono-

rabilă, pe care toate marile puteri să o poată accepta în mod reciproc — această părere fiind în foarte mare măsură sprijinită de popoarele lumii — ar fi totuşi greşit şi primejdios să se considere că aceasta este universală şi că greutăţile întîmpinate pentru realizarea unei înţelegeri sînt numai de ordin tehnic.

Mai sînt mulţi aceia care nu înţeleg că un război dus cu arme nucleare ar constitui sfîrşitul civilizaţiei noastre, că viaţa — pentru cei ce vor supravieţui — va fi cu totul alta decît cea pe care o trăim astăzi şi că, deci, războiul — în condiţiile actuale — ar însemna distrugerea a tot ce a clădit omenirea de-a lungul ultimilor şase mii de ani. De aceea, este foarte important ca cei ce văd mai limpede pericolul ce ne ameninţă să lupte pe toate căile şi cu toată fiinţa lor pentru evitarea catastrofei, punîndu-se cu totul în slujba păcii şi căutînd — în acest scop — a face cît mai larg cunoscute adevăratele rezultate la care ar duce un eventual război.

Bineînţeles că oamenii de ştiinţă trebuie să continue a contribui la orientarea opiniei publice din toate ţările în favoarea unei reglementări paşnice a divergenţelor dintre marile puteri, dar situaţia este atît de gravă, încît ei nu trebuie să se mulţumească cu declaraţii generale asupra actualelor primejdii şi cu apeluri insistente pentru o reglementare. O caracteristică esenţială a situaţiei actuale este că, chiar dacă oamenii de stat ai tuturor ţărilor s-ar declara fără rezervă în favoarea unui acord, ar mai exista totuşi încă mari dificultăţi în găsirea unei soluţii acceptabile generale. Se poate presupune, în mod rezonabil, că oamenii de stat cei mai de frunte nu doresc un război general cu arme nucleare şi nici că le consideră drept instrumente de politică; dar întreaga tehnică a timpului nostru progresează cu paşi uriaşi, iar în lipsa unui acord, primejdiile unor accidente neprevăzute ce ar putea precipita o catastrofă devin din ce în ce mai serioase.

În această situaţie, oamenilor de ştiinţă le revine o răspundere mult mai mare decît în trecut. Există o criză de încredere, combinată cu o creştere fără precedent a puterii militare. Conducătorii multor ţări îşi dau perfect de bine seama de primejdiile pe care le implică creşterea puterii distructive a armelor nucleare, dar — în lipsa încrederii reciproce — şovăie să se bazeze, în ce priveşte securitatea lor, pe acorduri a căror punere în aplicare ar fi greu de verificat. Aşadar, în actuala situaţie, cum poate fi întocmit un acord care să poată prevedea garanţii reciproce? Aceasta constituie o problemă atît de gravă şi de complexă, încît nu poate fi rezolvată decît prin chemarea laolaltă a întregii capacităţi creatoare a omenirii.

Dacă oamenii de ştiinţă urmează a înlesni rezolvarea actualelor dificultăţi politice, ar trebui ca ei să aibă un rol în chestiunile de stat, lucru pe care în trecut unii l-au considerat inoportun. Într-adevăr, se pare că oamenii de ştiinţă îşi asumă din ce în ce mai mult o răspundere individuală şi colectivă în ce priveşte utilizarea, directă şi indirectă, a activităţii lor. Într-o epocă în care ştiinţa şi tehnica vor juca un rol mereu crescînd, aceasta constituie o tendinţă care nu numai că nu poate fi împiedicată, dar — dimpotrivă — trebuie încurajată. Oamenii de ştiinţă sînt competenţi în domeniile lor specifice de studiu; de asemenea, în chestiunile de stat ei nu sînt mai puţin competenţi decît unele servicii ale multor ţări, care exercită o influenţă considerabilă asupra vieţii publice. Mai mult chiar, oamenii de ştiinţă au mai degrabă posibilitatea de a aprecia consecinţele eventuale ale propriilor lor descoperiri decît multe alte departamente ale comunităţii noastre. De aceea, ei sînt bine pregătiţi pentru a face faţă evenimentelor dintr-o lume care este în schimbare cu o repeziciune fără precedent şi pentru a cunoaşte serioasa urgenţă a actualei noastre situaţii.

Datorită tuturor acestor motive, este important ca întreaga comunitate ştiinţifică, din cît mai multe ţări, să contribuie la formarea opiniei cu o mai mare eficacitate decît în trecut. Este limpede că datoria lor imediată — în multe ţări — este aceea de a grăbi extinderea, cît mai curînd posibil, a cercetărilor şi a educaţiei ştiinţifice, în aşa fel încît ţările respective să nu rămînă în urmă în epoca ştiinţifică în care, în absenţa unui război distructiv, ne mişcăm atît de repede.

Indignaţi de felul în care s-a abuzat de ştiinţă pentru dezvoltarea armelor de distrugere în masă, unii oameni de ştiinţă au pus la îndoială legalitatea continuării cercetărilor lor. Trebuie recunoscut însă că cercetarea legilor naturii şi mijloacele controlării ei, atîta timp cît nu sînt îndreptate în scopuri distructive, au devenit o activitate absolut esenţială în vederea continuării bunăstării omenirii. Toţi oamenii de ştiinţă îşi pot continua lucrările cu conştiinţa împăcată dacă adoptă o poziţie hotărîtă şi deschisă în vederea asigurării opiniei publice de pretutindeni că cercetările lor sînt folosite numai în scopuri umane şi nicidecum distructive.

Federaţia Mondială a Oamenilor de Ştiinţă transmite tuturor oamenilor de ştiinţă cele mai bune urări pentru 1958 şi speră ca munca sa, pentru întărirea legăturilor de prietenie şi de încredere care unesc — în sarcina lor comună — pe oamenii de ştiinţă din toate ţările, să fie mai eficace decît în trecut. Federaţia va fi — aşadar — în orice moment gata să se alăture oricărei acţiuni individuale sau colective, iniţiată de către oamenii de ştiinţă, menită a asigura folosirea ştiinţei pentru bunăstarea şi pacea omenirii.

662.642.001.4

Aspecte ale arderii în strat a lignitilor din R. P. R.

N. PĂNOIU*), şi C. CAZACU**) — Bucureşti

Pe baza unui bogat material experimental, se prezintă cercetările asupra arderii lignitilor efectuate de autori pe diverse instalaţii industriale din R.P.R., arătîndu-se comparativ rezultatele obţinute la arderea acestor combustibili pe grătarul catenar, grătarul cu împingere superioară şi grătarul cu împingere răsturnată (Martin).

În concluzie, se comunică aspectele specifice pe care le ridică arderea lignitilor şi condiţiile pe care trebuie să le îndeplinească grătarele ce vor trebui adoptate pentru folosirea acestor combustibili specifici ţării noastre.

Consumul mereu crescînd de energie electrică şi de căldură aferent industriei noastre în ritmul său rapid de dezvoltare a condus la o solicitare intensivă a tuturor surselor de combustibil. Totodată, dezvoltarea industriei chimice şi siderurgice a imobilizat pentru nevoile sale o însemnată cantitate de combustibili superiori. S-a pus astfel problema acoperirii acestui deficit de combustibil superior cu lignit, din care ţara noastră posedă zăcăminte importante. Pentru a fi posibilă folosirea acestui sort de combustibil, a fost necesar să se cerceteze diferitele aspecte ale arderii sale, folosirea complexă nefiind încă aplicată. Întrucît această problemă depăşea nivelul tehnico-ştiinţific al întreprinderilor, ea a fost abordată şi rezolvată în cadrul Institutului de Energetică al Academiei R. P. R.

neintrînd în preocupările Institutului de Energetică.

Lignitul romînesc se caracterizează printr-un procent ridicat de balast, de 60—70 %. Spre deosebire de cărbunele brun din alte ţări (U. R. S. S., R. D. G., R. P. U.), lignitul romînesc are un procent ridicat de cenuşă, de 25-40%, procentul ridicat referindu-se în special la sortul mărunt. După bazine, caracteristicile principale ale lignitului sînt următoarele :

Pe lîngă procentul ridicat de balast, se constată că punctele de înmuiere a zgurilor sînt la temperaturi joase, de 1 000...1 100°C, temperaturi atinse uzual în focarele cazanelor. Din cauza puterii calorifice scăzute, a procentului mare de balast şi a înmuierii zgurii la temperaturi scăzute, lignitii pun probleme grele de

Bazinul carbonifer	Puterea calorifică inferioară, kcal/kg	Umiditatea %	Cenuşa %	Zgura		
				Înmuiere, °C	Topire, °C	Curgere, °C
Schitu-Goleşti (brut)	2 500—3 300	20—30	15—25	1 100—1 150	1 170—1 200	1 215—1 250
Schitu-Goleşti (ameliorat)	3 600—4 200	15—20	15—20	1 100—1 150	1 170—1 200	1 215—1 250
Derna-Tătăruş	2 500—3 500	20—35	18—28	1 040—1 100	1 150—1 210	1 220—1 280
Filipeştii de Pădure	1 500—2 100	20—30	25—35	1 010—10 50	1 095—1 160	1 110—1 190
Rovinari	1 600—2 200	40—55	20—30	1 100—1 150	1 210—1 270	1 240—1 320
Căpeni	2 000—2 400	45—55	10—15	1 085—1 115	1 180—1 210	1 190—1 225
Caransebeş	1 300—1 800	35—50	20—30	980—1 050	1 400—1 500	1 500—1 550

Ligniţii romîneşti, în marea lor majoritate, provin din patru bazine importante : Bazinul Schitu-Goleşti, Derna-Tătăruş, Filipeştii de Pădure şi Rovinari. În afară de acestea, mai există alte bazine ca : Ojasca, Caransebeş, Căpeni, Şotînga, Sinersig etc., cu producţie scăzută şi caracter local, acestea din urmă

rezolvat grătarelor, cazanelor. Grătarele sînt încărcate cu mult material (kg/m²h) şi au o mică eficacitate termică (kcal/m²h). Totodată, zgurificarea care apare prin formarea plăcilor mari de zgură conduce fie la întreruperea procesului de ardere prin micşorarea accesului aerului prin stratul de combustibil, fie la defectarea grătarului supus la solicitări mecanice suplimentare. Este de menţionat faptul că lignitul de Caransebeş, care prezintă un interval mare de temperatură între punctul de înmuiere, (980...1 050°C) şi punctul de topire (1 400...1 500 °C) al zgurii, conduce la menţinerea zgurii în stare de pastă în tot timpul arderii, fapt care-l face cu totul necorespunzător pentru arderea

Acest articol a fost alcătuit după memoriile interne ale Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

La experienţe, au mai participat : ing. *J. Carabogdan*, ing. *D. Bicleşan*, ing. *G. Singer*, ing. *Westfried*, ing. *N. Antonescu*. Conducerea lucrărilor a aparţinut tov. ing. *D. Buimovici*.

*) Ing. N. Pănoiu este şeful sectorului de ardere la Institutul de Energetică al Acad. R.P.R.

**) Ing. C. Cazacu este cercetător la sectorul de ardere al Institutului de Energetică al Acad. R.P.R.

pe grătar. În timpul încercărilor experimentale pe grătarul Martin a fost confirmat acest lucru, lignitul de Caransebeș prezentînd cele mai mari dificultăți în timpul arderii sale. S-au format plăci de zgură aderente, care au pus grătarul în imposibilitatea continuării funcționării.

După o studiere teoretică a acestei probleme [*1*] — (bazată în mare parte pe analizele efectuate asupra principalelor sorturi de lignit din țara noastră, ca și pe analizele zgurilor rezultate din ardere) — s-a trecut la încercări experimentale de ardere pe diferite instalații industriale și de laborator.

Aceste cercetări experimentale s-au făcut de la simplu la compus, cuprinzînd încercări de ardere pe grătarul fix înclinat, grătarul catenar, grătarul cu împingere superioară și grătarul cu împingere răsturnată (Martin).

Întrucît la încercările efectuate pe grătarul fix înclinat care echipează focarul experimental montat la Institutul de Energetică s-au obținut rezultate necorespunzătoare unei arderi raționale, aceste încercări nu vor fi tratate în articolul de față, ele neaducînd nimic important acestei probleme. În continuare, va fi examinată arderea lignitului pe celelalte tipuri de grătare.

A. Arderea ligniților pe grătarul catenar

Grătarul catenar, pe care au fost efectuate experiențele, este amplasat la un cazan de tip secțional, cu doi tamburi longitudinali, avînd următoarele caracteristici :

- debit nominal de abur, 5 t/h ;
- presiunea aburului supraîncălzit, 26 ata ;
- temperatura aburului supraîncălzit, 350°C ;
- suprafața de încălzire, 200 m².

Focarul nu are ecrane de radiație, în interiorul său fiind amplasată o boltă anterioară situată la 600 mm deasupra grătarului, pe o lungime de 1 200 mm. Boltă posterioară nu are. Volumul focarului este de 36 m³.

Cazanul este echipat cu economizor și preîncălzitor de aer, așezate pe drumul al doilea de gaze.

Grătarul este de tip catenar, fiind format din două pînze, cu o lățime totală de 2,64 m și o lungime activă de 4,24 m, avînd o suprafață de 11,2 m². Cele două pînze sînt acționate de motoare electrice prevăzute cu variatoare de viteză. Sub grătar se află trei zone de insuflare a aerului. Zgura și cenușa se evacuează prin două cenușare situate sub planșeul de deservire.

Aerul necesar arderii este refulat de un ventilator centrifugal și după parcurgerea preîncălzitorului de aer este condus către zonele de insuflare. Printr-o dimensionare neuniformă a gurilor de insuflare către zonele de sub grătar se realizează o repartiție fixă a cantităților de aer necesare fiecărei zone.

În timpul încercărilor s-a folosit drept combustibil lignit din bazinele Schitu-Goleşti şi Filipeştii de Pădure.

Pe baza măsurătorilor și analizelor efectuate, s-a trecut la calculul caracteristicilor grătarului, focarului și cazanului, determinîndu-se pierderile de căldură și randamentele.

Aceste rezultate sînt consemnate în tabela 1.

Din observarea permanentă a focului s-a putut constata o repartizare necorespunzătoare a fazelor procesului de ardere pe grătar. Faza de pregătire termică, datorită procentului însemnat de umiditate și cenușă, ocupă o lungime mare de grătar. Aceasta determină îngrămădirea celorlalte faze pe o porțiune relativ mică a grătarului, spre partea terminală a acestuia, ceea ce ridică valorile pierderilor prin ardere mecanic și chimic incompletă, peste limitele uzuale.

Arderea cocsului s-a efectuat fără apariția plăcilor de zgură (cu excepția unei scurte perioade din încercarea a doua), zgura rezultînd în general sub formă de granule de dimensiuni mici, ce nu aderau de grătar. Aceasta se datorește faptului că lignitul de Schitu-Goleşti are punctul de înmuiere a zgurii de 1 100...1 150°C. În afara probelor expuse s-au mai efectuat o serie de încercări care, datorită unor regimuri necorespunzătoare, au fost considerate probe neconcludente.

Deoarece focul a avut permanent tendința de a se deplasa spre sfîrșitul grătarului, au fost luate următoarele măsuri pentru redresarea lui :

- micșorarea vitezei grătarului la valoarea corespunzătoare limitei inferioare (4,6 m/h) ;
- micșorarea grosimii stratului, de la 150 mm la 100 mm ;
- oprirea grătarului la un anumit interval pentru perioade scurte (5 min), în care timp arderea se repartiza mai uniform pe grătar ;
- oprirea exhaustorului de gaze pentru perioade scurte (5 min).

Prin luarea acestor măsuri s-a asigurat o oarecare stabilitate a arderii, precum și o reducere simțitoare a pierderilor ; în schimb, a apărut dezavantajul exploatării instalației cu încărcări termice foarte reduse. Analizînd rezultatele obținute se remarcă următoarele :

Excesele de aer depășesc cu mult valorile întîlnite în literatura de specialitate. Ele se datoresc neconcordanței între debitul de aer refulat de ventilator și consumul de combustibil, datorită schimbării sortului de combustibil cu care funcționează grătarul în mod normal. Lipsa unui reglaj al debitului de aer, ca și repartizarea fixă a cantităților de aer în zone, nu a permis urmărirea necesității de oxigen de-a lungul grătarului, ceea ce a dus la excese foarte mari. În afara acestor cauze, ceea ce a contribuit la creșterea exceselor de aer au fost desigur neetanșeitățile existente la cazan, ce nu au putut fi îndepărtate și care au favorizat pătrunderea masivă a aerului fals.

Rezultatele încercărilor de ardere pe grătarul catenar *Tabela 1*

Denumirea parametrului	Unit. de măsură	Încercarea						
		I	II	III	IV	V	VI	VII
Durata încercării	h	3	2	4	4	3,5	2	2
Felul lignitului	—	brut	50% brut 50% amel	brut	brut	brut	brut	amel.
Consumul de combustibil	kg/h	966	825	780	700	620	620	1 355
Puterea calorifică inferioară	kcal/kg	3 245	3 400	2 850	2 429	2 558	3 271	3 775
Umiditatea totală	%	27,20	21,75	27,60	29,10	30,20	27,60	18,28
Cenuşa	%	15,67	18,74	21,65	26,91	23,14	14,76	16,58
Debitul de abur	kg/h	1 700	3 150	1 540	1 300	1 185	2 025	3 600
Presiunea, abur supraînc.	ata	16	17	17,8	11,1	11,3	13,1	18
Temperatura, abur supraînc.	°C	320	368	345	276	296	315	365
Temperatura, gaze focar	°C	490	628	526	393	428	516	788
Temperatura, aer primar	°C	60	67	64,2	54	58	53	64
Excesul de aer în focar	—	2,9	3,11	3,41	3,08	3,46	2,14	2,4
Temperatura, gaze coş	°C	140	151	146	142	128	174	152
Exces, gaze coş	—	4,03	4,80	6,55	5,30	5,10	4,08	3,19
Nearse în zgură	%	26,7	7,66	18,66	30,41	15,51	20,24	18,95
Pierderi de căldură prin gaze la coş	%	15,8	21,3	26,4	14,35	16,37	20,4	15,5
Pierderi de căldură prin ardere incompletă (chimic)	%	21,40	5,56	7,23	5,00	7,68	5,57	5,69
Pierderi de căldură prin ardere incompletă (mecanic)	%	14,75	7,03	11,21	39,65	17,46	12,87	9,46
Pierderi de căldură în mediul ambiant	%	1,5	1,7	1,71	1,69	1,71	1,8	1,9
Nedeterminate şi erori de măsură		−8,22	+17,6	−4,88	+13,28	−3,84	+10,9	−18,10
Randamentul arderii	%	63,60	87,00	81,10	54,80	74,3	81,2	84,6
Randamentul cazanului	%	38,43	81,99	48,58	52,58	52,95	70,26	49,26
Încărcarea specifică a grătarului	kg/m²h	86,1	73,6	69,5	62,5	55,3	67,9	121
Încărcarea termică specifică a grătarului	mii kcal/m²h	279	250	198	155,8	141,3	221	425
Încărcarea termică a focarului	mii kcal/m³h	87,1	78	61,8	47,2	44	68,8	132

Temperaturile gazelor de ardere au valori foarte coborîte, ca urmare a exceselor de aer mari, existente în focar. Prin forma geometrică a focarului, fascicolul de ţevi nefiind mascat de bolţi, influenţa suprafeţelor reci s-a făcut simţită şi asupra stratului, aducînd astfel prejudicii la aprindere.

Pierderile prin ardere chimic incompletă depăşesc cu mult valorile normale. Cauzele care au condus la o atare situaţie sînt legate de condiţiile de ardere în strat liniştit. Pătrunderea neuniformă a aerului a creat, în unele porţiuni ale patului de cărbune, o ardere incompletă. Se remarcă de asemenea independenţa de grosimea stratului a acestor pierderi. Valoarea foarte mare obţinută la proba I se datoreşte exclusiv unor deficienţe de exploatare (cărbune nears în buncărul de zgură).

Pierderile prin ardere mecanic incompletă au urmărit în general variaţia puterii calorifice a combustibilului. Utilizarea unor cărbuni cu puteri calorifice reduse (încercarea a IV-a şi a V-a) a condus la regimuri termice în strat coborîte, ceea ce a determinat o ardere necorespunzătoare, combustibilul părăsind focarul fără a fi ars complet. Pierderea în zgură are o pondere însemnată faţă de totalul acestor pierderi. Nu se observă dependenţa între grosimea stratului şi valoarea pierderilor prin arderea mecanic incompletă.

Încărcările termice sînt cu mult sub valorile normale. Valorile reduse ale acestor încărcări

se datoresc condițiilor de ardere necorespunzătoare de pe grătar. Deplasarea frontului de aprindere spre finele grătarului a impus o viteză de grătar mică (4,6 m/h), ceea ce a redus consumul orar de combustibil. Necesitatea de a micșora lungimea de grătar, pe care se petrece pregătirea termică a combustibilului, a dus la micșorarea stratului de cărbune de la 150 mm la 100 mm, reducînd astfel și mai mult cantitatea orară de lignit consumată.

Utilizarea lignitului de Filipeștii de Pădure, a cărei rezultate nu sînt prezentate, nefiind concludente, a cauzat o instabilitate a procesului de ardere pe grătar, datele măsurate neputînd servi la evaluarea pierderilor de căldură. Cu toate eforturile depuse, nu a fost posibilă redresarea focului, ceea ce a condus la încetarea probei la numai o jumătate de oră de la începerea ei.

B. Arderea ligniților pe grătarul cu împingere superioară

Grătarul cu împingere superioară pe care s-au efectuat încercările de ardere echipează cazanul de 6,5 t/h tip IPROM, avînd următoarele caracteristici :

- debit maximal continuu, 6 500 kg/h ;
- presiunea aburului supraîncălzit, 16 at ;
- temperatura aburului supraîncălzit, 350°C ;
- suprafață de încălzire, 160 m².

Grătarul se compune din două cadre, unul fix și celălalt mobil, pe care sînt montate 13, respectiv 12, profile ce susțin barele grătarului. Pentru a se putea realiza viteze diferite ale grătarului, acționarea se face prin intermediul unui reductor cu șase trepte de viteză. Mișcarea se transmite de la un motor electric la axul cu excentric, iar pentru obținerea unor curse diferite ale barelor de grătar, pîrghiile care acționează cadrul mobil sînt prevăzute cu o serie de orificii în care se fixează piesele de legătură de la excentric. Pentru echilibrarea sistemului, cadrul mobil este descărcat printr-o contragreutate situată în frontul cazanului.

Grătarul are o suprafață de 9,2 m², cu lungimea de 4,6 m și lățimea de 2 m. Barele de grătar au la partea anterioară, pe toată lățimea lor, orificii pentru pătrunderea aerului în stratul de cărbune.

Aerul necesar arderii, după ce parcurge preîncălzitorul, este condus în cele trei zone de insuflare, formate din cutii de tablă situate sub grătar. Pe conductele de aer înainte de intrarea în zonă sînt montate clape de reglaj. La sfîrșitul grătarului este amplasată pîlnia de zgură. Focarul are un volum de 34 m³, în interiorul său fiind amplasate o boltă anterioară cu lungimea de 1 050 mm și una posterioară de 1 500 mm, situate la o înălțime de 1 000 mm deasupra grătarului.

În timpul încercărilor s-au constatat deficiențe ale cazanului provenite din montajul necorespunzător, dintre care menționăm cursa micșorată a barelor de grătar (50 mm) față de cea prevăzută în proiect (80 mm), neetanșeitățile existente atît pe partea gazelor, cît și pe partea de aer etc.

Tabela 2

Rezultatele încercărilor de ardere pe grătarul cu împingere superioară

Denumirea parametrului	Unitatea de măsură	Încercarea		
		I	II	III
Durata încercării	h	5	5	5
Felul combustibilului	—	Filipeștii de Pădure 0—350 mm		
Consum de combustibil	kg/h	1 280	920	840
Puterea calorifică inferioară	kcal/kg	2 230	2 230	2 230
Umiditatea totală	%	32,33	32,33	32,33
Cenușa	%	26,50	26,50	26,50
Debitul de abur	kg/h	2 530	2 220	2 490
Pres. abur. supraîncălz.	ata	7,11	5,76	5,73
Temp. abur. supraîncălzit	°C	329	307	311
Temp., gaze focar	°C	572	490	600
Temp. aer preînc.	°C	111	20	20
Exces de aer focar	—	4,88	4,9	2,9
Temp. gaze coș	°C	148	167	136
Exces aer coș	—	6,07	6,59	3,9
Nearse în zgură	%	1,00	1,67	2,88
Pierderi de căldură prin gaze la coș	%	27,7	34,2	16,65
Pierderi de căldură prin ardere chimic incompletă	%	0	0	0
Pierderi de căldură prin ardere mecanic incompletă	%	1,46	1,42	3,05
Pierderi de căldură în mediul ambiant *)	%	1,0	1,0	1,0
Nedeterminate și erori de măsură	%	7,35	11,22	13,00
Randamentul arderii	%	98,22	98,37	96,80
Randamentul cazanului	%	69,84	63,38	79,30
Încărcarea specifică a grătarului	kg/m²h	139	100	91
Încărcarea termică specifică a grătarului	mii kcal/m²h	312	223	205
Încărcarea termică spațială	mii kcal/m³h	86,5	60,4	55,6

*) Aceste pierderi au fost apreciate din literatură.

Combustibilul utilizat în decursul încercărilor a fost lignit de Filipeștii de Pădure, cu granulația 30—350 mm. Cu ajutorul unui concasor, cărbunele este adus la granulația maximă de 80 mm.

În tabela 2 se prezintă calculele și rezultatele încercărilor.

În decursul încercărilor s-a căutat să se varieze diverși parametri, pentru a se căpăta o privire de ansamblu a funcționării cazanului în diferite regimuri de ardere. Astfel, la încercarea I și a II-a s-a urmărit influența aerului preîncălzit asupra arderii, iar la încercarea a II-a și a III-a influența măririi presiunii aerului. Deoarece nu s-a putut asigura funcționarea grătarului fără intervenție din afară asupra stratului de cărbune, la primele trei încercări s-a intervenit manual (cu ranga), ajutîndu-se astfel răscolirea patului de cărbune și alimentarea cu combustibil. Trecînd la analiza succintă a rezultatelor obținute, se remarcă influența favorabilă a preîncălzirii aerului asupra procesului de ardere, manifestată prin scurtarea fazei de pregătire termică și realizarea unor regimuri termice relativ ridicate. Zgura a rezultat la primele două încercări sub formă de bulgări care, pe părțile laterale unde se petrece o ardere mai intensă, au dimensiuni foarte mari. Datorită intervenției manuale făcută la 15—20 min, arderea ia un caracter periodic. Prin ocolirea preîncălzitorului de aer s-a obținut o presiune mai mare sub grătar, la proba a III-a. Se remarcă influența favorabilă a acestei măriri a presiunii aerului prin caracterul mai intensiv al arderii și regimuri termice mai ridicate. Din această cauză zgura a rezultat sub formă de plăci, ceea ce a necesitat o creștere a numărului de intervenții manuale.

Excesele de aer foarte mari se datoresc în mare parte neconcordanței dintre debitul de aer refulat de ventilator și consumul de combustibil cu mult mai mic decît cel prevăzut în proiect (2 400 kg/h). De asemenea, neetanșeitățile existente, ca și deschiderea gurilor de vizitare pentru intervențiile manuale, au ridicat excesele de aer cu mult peste valorile normale. Influența acestor excese, ca și a unor regimuri termice coborîte, se reflectă în valorile scăzute ale temperaturii gazelor de ardere. Staționarea îndelungată a cărbunelui pe grătar (datorită vitezei și cursei reduse a barelor de grătar, cum și exceselor mari de aer) a creat condiții de ardere completă a cărbunelui. Randamentul arderii a atins valori mari; aceste valori însă nu reflectă o situație reală.

Încărcările termice foarte reduse, ca urmare a consumului redus de combustibil (aprox. o treime din cel prevăzut în proiect), sînt cu mult sub valorile întîlnite în literatură. Prin mărirea încărcării grătarului și micșorarea exceselor de aer, pierderile prin ardere mecanic și chimic incompletă se vor mări considerabil (înglobări de cocs în masa zgurii, timp redus de staționare a cărbunelui pe grătar etc.). În afara acestor probe s-a încercat funcționarea grătarului fără intervenție manuală, utilizînd același lignit ca la probele precedente. S-au obținut următoarele valori :

- temperatura gazelor de ardere în focar, 340°C ;
- consum de combustibil, 300 kg/h ;
- încărcarea specifică a grătarului, 33 kg/m²/h ;
- încărcarea termică specifică a grătarului, 68 000 kcal/m²h ;
- încărcarea termică spațială a focarului, 19 800 kcal/m³h ;
- exces de aer în focar, > 10.

La această încercare arderea s-a petrecut pe prima jumătate a grătarului, flăcările fiind slabe și scurte. Grătarul nu reușește să disloce placa de zgură formată ce acoperă întreaga zonă a I-a, barele lui mișcîndu-se sub ea. Lipsa oricărei răscoliri a stratului de cărbune determină stagnarea curgerii cărbunelui pe grătar și deci alimentarea cu combustibil este mult micșorată. Datorită tendinței focului de a se stinge, proba nu a putut fi continuată decît două ore. Într-un astfel de stadiu, grătarul nu poate funcționa singur, fără intervenție manuală, neîndeplinind funcțiunile mecanice corespunzătoare, din cauza vitezei reduse, cursei mici și în general din cauza unor răscoliri insuficiente.

C. Arderea ligniților pe grătarul cu împingere răsturnată

Grătarul Martin, pe care au fost efectuate încercări de ardere a diferitelor sorturi de lignit din bazinele importante din R. P. R., este prevăzut la un cazan de abur cu următoarele caracteristici :

— Debitul cazanului	10 t/h.
— Presiunea aburului supraîncălzit	13 ata.
— Temperatura aburului supraîncălzit	350°C.
— Suprafața de încălzire	372 m².

Cazanul este de tipul secțional cu doi tamburi longitudinali, cu diametrul de 1 342 mm și lungimea de 7 100 mm; nu are prevăzute ecrane de radiație și nici preîncălzitor de aer, ci numai economizor.

Focarul este prevăzut cu o boltă anterioară situată la 1 600 mm deasupra grătarului, cu o lungime de 1 500 mm și o boltă posterioară situată la 900 mm deasupra grătarului, lungă de 2 200 mm. În această situație, secțiunea de trecere a gazelor de ardere este de 3 240 × 2 250 mm, iar volumul focarului, de 32 m³.

Grătarul are o suprafață de 3 200 × 2 850 = 9,12 m², fiind format din 11 rînduri de bare, dintre care 9 sînt mobile și 2 fixe (primul și ultimul rînd). Barele sînt așezate la 156° față de orizontală, cu sensul de mișcare invers sensului de curgere a combustibilului. La sfîrșitul grătarului este prevăzut un tambur ce îndeplinește funcția de zăvor de zgură de la grătarele catenare.

Rezultatele încercărilor de ardere pe grătarul cu împingere răsturnată *Tabela 3*

Denumirea parametrului	Unitatea de măsură	Încercarea										
		VII	X	XI	XVIII	XIX	XX	XXIX	VIII	XIII	XXVII	XXVIII*)
Durata încercării	h	3,0	4,5	4,0	2	4	2	3	3,5	2,5	5	4,5
Bazinul carbonifer	—	Filipeştii de Pădure							Derna Tătăruş		Rovinari	
Granulaţia	mm	0—30							30—350		0—350	
Consum de combust.	kg/h	3 770	3 600	4 000	3800	3 250	3 400	3 200	3 600	3 900	2 600	2 800
Puterea calorifică inferioară	kcal/kg	1 910	2 169	1 517	1 965	1 887	1 887	2 033	2 834	3 689	1 723	1 723
Umiditatea totală	%	24,47	19,44	29,95	21,03	25,32	25,32	27,78	36,32	17,48	43,13	43,13
Cenuşa	%	37,25	38,75	38,45	39,81	31,75	37,15	32,80	13,34	20,26	23,55	23,55
Debitul de abur	kg/h	4 640	5 700	5 780	5 240	5 050	4 950	3 900	7 550	6 680	5 240	4 930
Presiunea, abur supraîncălzit	ata	10,70	11,15	10,44	10,35	10,60	9,73	9,60	10,90	10,70	10,16	9,42
Temperatura, abur supraînc.	°C	344	324	369	354	360	342	322	337	356	353	340
Temperatura, gaze focar	°C	653	834	822	734	776	666	736	983	952	757	759
Exces de aer focar	—	2,06	1,54	1,80	2,11	1,78	2,94	1,78	1,45	1,82	1,56	1,85
Temperatura, gaze coş	°C	284	340	349	317	300	305	300	246	310	389	315
Exces gaze coş	—	2,5	2,0	2,2	2,55	2,2	3,4	2,2	1,9	2,2	2	2,2
Nearse în zgură	%	5,10	3,9	7,6	9,6	7,2	4,8	8,8	35,1	4,8	9,3	15,3
Pierderi de căldură prin gaze la coş	%	23,20	27,00	24,20	24,40	26,40	39,90	23,00	14,90	24,60	33,20	27,20
Pierderi de căldură prin ardere incompletă (chimic)	%	1,67	1,25	1,31	0,65	0,41	1,83	0,75	1,73	1,37	0,72	4,25
Pierderi de căldură prin ardere incompletă (mecanic)	%	20,80	11,50	20,50	21,47	19,69	13,40	15,80	18,40	26,34	12,00	19,50
Pierderi de căldură în mediul ambiant **)	%	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8	0,8
Nedeterminate şi erori de măsură	%	7,31	6,22	4,58	2,86	5,68	10,48	15,10	8,89	13,94	9,88	9,79
Randamentul arderii	%	77,47	87,15	78,10	77,77	79,77	84,66	83,32	79,81	72,23	87,10	76,08
Randamentul cazanului	%	46,22	53,23	48,61	49,82	58,38	54,55	44,57	55,28	46,92	63,16	58,04
Încărcarea specifică a grătarului	kg/m²h	420	400	445	425	360	380	350	400	435	380	380
Încărcarea spec. term. a grătarului	mii kcal/m²h	810	854	1 360	831	683	714	720	1 130	1 600	770	770
Încărcarea termică spaţială	mii kcal/m³h	223	240	257	234	129	200	203	318	450	216	216

*) La această probă cursa barelor de grătar a fost de 120 mm, spre deosebire de celelalte probe la care cursa a fost de 180 mm.
**) Aceste pierderi au fost apreciate după literatură.

După ce zgura a trecut de acest tambur cade în pîlnia de evacuare, prevăzută cu două valțuri care o sfărîmă. Sub aceste valțuri este amplasată o cuvă cu apă ce asigură etanșarea focarului. În cuvă se mișcă un plonjor care împinge zgura pe fundul cuvei, într-un vagonet de unde se evacuează la halda de zgură.

Acționarea grătarului este hidraulică. Cursa barelor grătarului poate fi variată între 0 și 180 mm, iar durata unei curse complete poate fi de asemenea variată între 30 secunde și oprire completă.

Variația cursei și duratei sale se face prin modificări simple, care pot fi aduse sistemului motor de antrenare.

Alimentarea grătarului cu combustibil este mecanizată. Cele două funcțiuni ale grătarului — funcțiunea de alimentare cu combustibil și funcțiunea de antrenarea combustibilului și evacuarea zgurii combustibilului ars — sînt astfel separate complet.

Pentru verificarea oportunității folosirii grătarului cu împingere răsturnată pentru arderea ligniților au fost efectuate 34 încercări experimentale. Din aceste încercări, 11 cuprind date cantitative pe baza cărora s-au întocmit și bilanțuri termice, iar 23 constituie probe calitative pentru verificarea anumitor ipoteze emise chiar în timpul încercărilor.

Combustibilul folosit în timpul probelor a provenit din patru bazine de lignit, dintre care trei sînt deosebit de importante :

Filipeștii de Pădure :	sortul 0 —30 mm
	sortul 10—30 mm
Derna-Tătăruș :	sortul 30—350 mm
	sortul 0 —350 mm
Rovinari :	sortul 0 —350 mm
Caransebeș :	sortul 30—350 mm.

În timpul încercărilor s-a constatat un mare procent de praf (restul pe sita de 13 mm : 42,6 %).

Întrucît încercările experimentale au fost efectuate pe grătarul unui cazan care a fost proiectat și executat pentru arderea șisturilor de huilă cu o putere calorifică $P_{ci} = 3\,500$ kcal/kg, nu s-a considerat decît informativ bilanțul termic pentru cazan. Cercetările au fost îndreptate în special asupra focarului.

Rezultatele calculelor și încercărilor experimentale sînt redate în tabela 3.

Dintr-o examinare scurtă a datelor experimentale și a rezultatelor calculelor bazate pe aceste date, se remarcă următoarele :

Temperatura gazelor la ieșirea din focar a atins valori coborîte în general și în special în cazul utilizării ligniților de Filipeștii de Pădure. Aceste temperaturi se datoresc excesului de aer prea ridicat și încărcării mici a grătarului. Nu au fost posibile reglaje corespunzătoare, deoarece instalația pe care s-au efectuat încercările nu permitea acest lucru. Totodată, datorită faptului că același ventilator de aer alimenta în timpul încercărilor două cazane ce funcționau simultan, nu era posibil să fie menținut riguros reglajul aerului primar.

Pierderile prin ardere chimic incompletă sînt, în general, acceptabile. Pierderea excesivă de la încercarea XXVIII (4,25 %) se datorește faptului că la această încercare s-a funcționat intenționat cu cursa mică la bare, pentru a se scoate în evidență efectul mărimii cursei barelor asupra eficacității arderii.

Pierderile prin ardere mecanic incompletă sînt în general ridicate. Ele reflectă pe de o parte faptul că grătarul este prea scurt și pe de altă parte că la încărcările mari, la care s-a solicitat grătarul, răscolirea a fost insuficientă.

În cazul folosirii sorturilor 30—350 mm sau 0—350 mm, pierderile mari se datoresc și faptului că o parte din combustibil s-a rostogolit pe deasupra stratului pînă la pîlnia de zgură.

Pierderile de căldură prin ardere mecanic incompletă în căzătură depășesc cu mult valorile indicate în literatura de specialitate. Aceste pierderi, care variază între 1,65 și 20,4 %, se datoresc în parte granulației cu totul necorespunzătoare a combustibilului (42,6 % rest pe sită de 13 mm), precum și faptului că barele grătarului se prezentau în stare avansată de uzură. Aceste pierderi în general nu deranjează, deoarece în cazul folosirii unei granulații cu mult praf se poate aplica recircularea căzăturii. De asemenea, este indicat ca la funcționarea cu sort mare de combustibil, 0—350 mm, să fie prevăzut cazanul cu un ciur care să permită trecerea numai a sortului 0—100 mm, bucățile rămase pe ciur urmînd a fi concasate printr-un mijloc oarecare.

Încărcările specifice mari ale grătarului se datoresc faptului că s-a funcționat cu un strat cu o grosime de cca. 300 mm, ca urmare a unei răscoliri satisfăcătoare. Față de alte tipuri de grătare întîlnite în literatura de specialitate, se remarcă o încărcare cu mult mai ridicată și anume :

În U. R. S. S. grătarele mecanice cu împingere, folosind un cărbune din regiunea Moscovei cu $P_{ci} = 2\,200$ kcal/kg, admit o încărcare de 350—370 kg/m²h. În timpul încercărilor grătarul Martin a admis o încărcare specifică de 359—445 kg/m²h, valoare deosebit de importantă pentru sorturile de lignit folosite, sorturi care prezintă fenomene pronunțate de zgurificare. Valoarea maximă de 445 kg/m²h poate fi sporită la 500—600 kg/m², în cazul în care se măresc cursa barelor grătarului și presiunea aerului insuflat sub grătar.

Valorile ridicate ale încărcărilor specifice ale grătarului conduc la valori mari ale solicitării termice. Solicitările termice ale grătarului au variat între 664 000 și 1 600 000 kcal/m²h. Trebuie remarcat că, deși grătarul a fost solicitat cu mai multe sorturi de lignit, s-a comportat totuși satisfăcător în toate situațiile.

Deficiențele semnalate în această succintă analiză a rezultatelor obținute provin și din faptul că încercările experimentale s-au efectuat pe un grătar ce nu a fost proiectat pentru funcționarea cu lignit, ele nefiind însă legate de principiile funcționale ale grătarului cu împingere răsturnată.

În timpul încercărilor s-a îndreptat atenția în special asupra aspectelor specifice arderii. S-a urmărit în special comportarea pe grătar a lignitului Filipeștii de Pădure, lignit care provocase greutăți deosebite la ardere pe alte tipuri de grătare (catenar și cu împingere superioară). Cu toate că lignitul Filipeștii de Pădure a avut un conținut excesiv de mare de praf și de balast, totuși arderea a avut loc în condiții satisfăcătoare, fără vreo intervenție din exterior. Fenomenul de zgurificare a avut loc și în această situație, formîndu-se placa de zgură, care însă putea fi ușor evacuată prin funcțiunile grătarului. Formarea plăcilor, care se petrecea în special la folosirea sorturilor cu mult mărunt, a provocat înglobarea în masa de zgură a particulelor de cocs nears, conducînd la pierderi mari prin ardere mecanic incompletă. Printr-o profilare corespunzătoare a bolților și printr-o intensificare a răscolirii stratului, este posibil să fie înlăturată această dificultate.

Mărirea cursei barelor grătarului conduce la o îmbunătățire considerabilă a procesului de ardere. Pentru a se verifica acest lucru, în cadrul încercării XXI, s-au folosit două curse, obținîndu-se următoarele rezultate. :

		Cursa 180 mm	Cursa 120 mm
Durata încercării	h	4	1,5
Debitul de abur al cazanului	kg/h	4 580	2 880
Temperatura gazelor în focar	°C	812	550
Exces de aer în focar		1,6	2,5
Încărcarea specifică a grătarului	kg/m²h	390	165

La micșorarea cursei barelor, procesul de ardere a devenit instabil, grătarul nu a putut evacua plăcile de zgură formate, necesitînd intervenție exterioară repetată. În cazul folosirii lignitului din bazinul Derna-Tătăruș și Rovinari, trebuie remarcată intensitatea procesului de ardere și lipsa oricărei dificultăți la evacuarea zgurii. Flăcările cu o lungime de peste 3 m umpleau spațiul focarului, iar zgura a fost evacuată sub formă de bulgări de aceleași dimensiuni ca și combustibilul. Bulgării mari au fost evacuați în mare parte, arși numai parțial. Totuși, comportarea acestor granulații nepotrivite pentru grătarul pe care au fost efectuate încercările a permis să se presupună că, în cazul folosirii unei granulații corespunzătoare, performanțele posibile a fi obținute pe grătarul cu împingere răsturnată sînt deosebit de valoroase.

Concluzii

În prima etapă a cercetărilor, deși s-a susținut că pentru arderea rațională a lignitului este indicat grătarul cu împingere răsturnată [1] s-au efectuat totuși încercări de ardere și pe alte sisteme de grătar, pentru a se scoate în evidență posibilitățile de ardere pe instalații de ardere fabricate în R. P. R. În această etapă au fost examinați grătarul catenar și cel cu împingere superioară. Pe baza rezultatelor obținute se pot conchide următoarele :

Încărcările grătarelor sînt cu mult sub cele normale indicate de literatura de specialitate pentru instalații similare, datorită unei profilări defectuoase a bolților, unei răscoliri inexistente (grătar catenar) sau insuficiente (grătar cu împingere superioară), presiune redusă de insuflare ș. a.

Se remarcă de asemenea diferența accentuată a pierderilor prin ardere chimic și mecanic incompletă la cele două sisteme de grătar, datorită însuși principiului de ardere aplicat la cele două metode de ardere : strat liniștit și strat răscolit.

Stratul liniștit (grătarul catenar) favorizează în general o ardere incompletă. Particulele de cărbune (în special cele mici) sînt fie înglobate în masa de zgură aflată în stare vîscoasă, fie (în special cele mari) că sînt acoperite de o peliculă de zgură, îngreunîndu-se accesul oxigenului în interiorul particulei. În cazul răscolirii stratului (grătar cu împingere superioară), aceste deficiențe ale arderii sînt sensibil micșorate. Particula de cărbune în strat răscolit are o mișcare neregulată, vine în contact cu alte particule incandescente, ceea ce ajută atît la aprinderea, cît și la arderea ei. În cazul înglobării în masa păstoasă a zgurii, răscolirea contribuie la scoaterea particulei din zgură, favorizîndu-se astfel procesul de ardere. Totodată, răscolirea împiedică formarea de plăci mari de zgură, permițînd accesul aerului prin patul de combustibil de pe grătar. Atît grătarul catenar, cît și grătarul cu împingere superioară, nerealizînd o răscolire suficientă a stratului de combustibil, nu sînt apte pentru arderea rațională a lignitului. În această situație, cercetările au fost continuate pe grătarul cu împingere răsturnată, care realizează o răscolire intensivă a stratului. Este de precizat totuși că grătarul Martin pe care au fost efectuate cercetările nu corespunde decît parțial arderii ligniților, el fiind proiectat pentru mixte de huilă, cu o putere calorifică de 3 500 kcal/kg și un punct de fuziune al cenușii de peste 1 600°C. Valorile mari ale pierderilor de căldură prin ardere mecanic incompletă se datoresc tocmai faptului că răscolirea produsă de acest grătar este încă insuficientă pentru arderea lignitului în bune condiții, intensificarea răscolirii stratului trebuind a fi condusă în direcția măririi

cursei şi vitezei barelor grătarului. În timpul încercărilor, procentul de mărunt în combustibil a atins valori foarte mari (40—50% rest pe sita de 13 mm). Această calitate a grătarului, de a putea arde în condiţii bune un lignit cu mult praf, îl face recomandabil pentru arderea sortului comercial de lignit 0—30 mm. Totodată, grătarul cu împingere răsturnată, avînd calitatea să recircule o parte din zgură şi cărbune aprins pe la baza stratului către partea anterioară, realizează astfel pe lîngă aprinderea superioară şi o aprindere inferioară, putîndu-se atinge în acest fel încărcări termice ridicate şi pe primele zone ale grătarului. Existenţa schemei cu prindere dublă constituie şi o siguranţă în funcţionarea continuă a instalaţiilor, în cazul în care lignitul prezintă mari variaţii, fie în creşterea exagerată a balastului, fie în cea a prafului. În acelaşi timp, la grătarul Martin, prin aşezarea caracteristică a barelor la 156° faţă de orizontală, este posibil, spre deosebire de grătarul cu împingere superioară, să se poată intensifica răscolirea stratului, fără ca această intensificare să aducă prejudicii stabilităţii arderii printr-o mărire exagerată a vitezei de înaintare a cărbunelui pe grătar.

În concluzie, faţă de experienţa căpătată în timpul încercărilor de arderea ligniţilor pe diverse tipuri de grătare se poate afirma cu siguranţă că grătarul cu împingere răsturnată reprezintă la nivelul actual al tehnicii soluţia optimă pentru arderea în strat a ligniţilor din R. P. R. Încărcările termice, randamentele, regimurile termice, într-un cuvînt performanţele grătarului Martin gîndit şi proiectat special pentru arderea lignitului, vor fi simţitor sporite faţă de cele obţinute în încercările expuse mai sus.

Bazîndu-se pe aceste considerente, colectivul de ardere al Institutului de Energetică al Academiei R. P. R. a recomandat industriei de cazane trecerea la fabricarea cazanelor de abur echipate cu grătare cu împingere răsturnată. Datorită faptului că grătarul cu împingere răsturnată este o instalaţie compactă, uşor de exploatat şi puţin sensibilă la schimbarea sortului de combustibil, prin marea sa elasticitate în funcţionare, poate fi aplicat cu succes la cazane cu debite pînă la 40 t/h.

Bibliografie

[1] Buimovici D.: *Căile de folosire energetică a ligniţilor din R.P.R.* Revista Energetica şi Hidrotehnica, 1954, nr. 5—6, pag. 177.

[2] * * *: *Memoriile interne ale Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.* referitoare la arderea ligniţilor.

[3] * * *: *Studiul statistic al cărbunilor din R.P.R.* (Memoriu intern al Institutului de Energetică).

697.34.003.1

Valabilitatea aplicării metodei cheltuielilor anuale minime în determinarea parametrilor economici ai reţelelor de termoficare cu apă fierbinte

Aspectul influenţei investiţiilor

CAROL GOLDENBERG *) Bucureşti

Se examinează în detaliu investiţiile care trebuie luate în considerare la determinarea parametrilor economici ai reţelelor de termoficare cu apă fierbinte, stabilindu-se aceşti parametri şi după criteriul investiţiilor şi după acela al termenului de recuperare. Se stabileşte că aplicarea criteriului cheltuielilor anuale minime este justificată numai în cazul în care „nu necesită instalarea de putere electrică suplimentară în sistem". Într-un exemplu, se arată cum se conduce calculul numeric.

Parametrii economici ai reţelelor de termoficare cu apă fierbinte: Δt_{ec} (°C) — diferenţa economică de temperatură dintre temperatura apei la plecarea din CET şi cea de la întoarcere, pentru temperatura exterioară de calcul, h_{ec} (kg/m² · m) — pierderea economică de presiune în reţeaua de termoficare, d_{ec} (mm) — diametrul economic al conducţiei principale, se stabilesc pe baza calculului tehnico-economic. Compararea variantelor, care conduc la acelaşi efect tehnic final, se efectuează:

I — fie după cheltuielile anuale;

II — fie după investiţii;

III — fie după ambele cheltuieli, criteriul fiind numărul de ani în care se recuperează diferenţa de investiţii între soluţia cu cheltuieli anuale minime şi cea cu investiţii minime, din economia rezultată din cheltuielile anuale.

În general, în literatură, baza comparaţiei o formează metoda I, care a fost prezentată mai înainte [1], dar numai metoda a III-a ne poate da, în general, o imagine completă asupra soluţiei ce urmează a fi adoptată.

Examinarea în detaliu dovedeşte, însă, că metoda cheltuielilor anuale minime, ca metodă folosită curent, este justă numai într-o serie de situaţii, a căror analiză face obiectul prezentului articol

*) Asistent la Institutul Politehnic Bucureşti. Inginer, şef proiect. Institutul de Studii şi Proiectări Energetice.

1. Analiza investiţiilor

1.1. *Investiţia în putere electrică în sistem* (ΔI). Dacă, din punct de vedere al economiei de combustibil, creşterea lui Δt — diferenţa de temperatură dintre temperatura apei la plecarea din centrală şi cea de la întoarcere, pentru temperatura exterioară din calcul (°C) se manifestă ca o scădere a energiei electrice livrate, respectiv ca o creştere a consumului suplimentar de combustibil, din punct de vedere al investiţiilor aceasta trebuie privită ca o scădere a puterii electrice ce poate fi produsă în grupul turbogenerator. De aceea, trebuie examinate situaţiile în care turbinele respective pot sau nu să asigure o anumită putere constantă în orice regim de încărcare a prizei.

a) *Cazul turbinelor care pot asigura o anumită putere electrică constantă în orice regim de încărcare a prizelor.* În acest caz nu apare necesitatea instalării de putere electrică suplimentară în sistem, deoarece turbina poate asigura puterea necesară.

b) *Cazul turbinelor care nu pot asigura o anumită putere electrică constantă.* Se examinează următoarele situaţii pentru agregatele :

b.1. *turbina de contrapresiune* sau turbina de condensaţie cu o priză reglabilă (care nu poate asigura o anumită putere electrică constantă) ;

b.2. *turbina de contrapresiune cu priză reglabilă* sau turbina de condensaţie cu două prize reglabile (care nu poate asigura o anumită putere electrică constantă).

b.1. Se presupun cunoscuţi : Q_h (Gcal/h) — sarcina de încălzire corespunzătoare temperaturii exterioare de calcul, parametrii aburului la intrarea în turbina de contrapresiune şi contrapresiunea turbinei.

Puterea dată de grupul turbogenerator va fi :

$$P = y \cdot Q_h \text{ [kW]}. \qquad (1)$$

În această formulă, y (kWh/Gcal) este producţia specifică de energie electrică dată de :

$$y = \frac{H_0 \eta_{th} \eta_m \eta_g : 10^6}{860 (i_2 - i'_2)} =$$

$$= 1\,160 \frac{H_0 \eta_{th} \eta_m \eta_g}{i_2 - i'_2} \text{ [kWh/Gcal]} \qquad (2)$$

în care :

- H_0 este căderea adiabatică în turbină pînă la contrapresiune, kcal/kg ;
- η_{th} — randamentul termodinamic al turbinei ;
- $\eta_m \eta_g$ — randamentul electromecanic al grupului turbogenerator ;
- i_2 — entalpia aburului la contrapresiune, kcal/kg ;
- i'_2 — entalpia apei la temperatura de saturaţie corespunzătoare contrapresiunii, kcal/kg.

În literatură [2], se prezintă valori ale lui y pentru o gamă largă de parametri.

Între diferitele variante apare o putere suplimentară (în instalaţia cu turbine de contrapresiune) :

$$\Delta P = P_i - P_b, \text{ [kW]} \qquad (3)$$

în care :

- P_b este puterea obţinută în varianta de bază (cu Δt cel mai mic), kW ;
- P_i — puterea obţinută într-o variantă oarecare, kW.

Surplusul de putere ΔP_{CTE}, pentru a ajunge la condiţii echivalente în ce priveşte puterea disponibilă în sistem, trebuie instalat în alte centrale ale sistemului, de obicei centrale de condensaţie. Este necesar, deci, de a găsi o echivalenţă între surplusul de putere necesar în instalaţiile de contrapresiune (a căror funcţionare este dictată de sarcina termică) şi cel din centralele de condensaţie, unde se poate dispune oricînd de puterea instalată. După o primă propunere făcută de I. D. Stăncescu şi I. A. Badea [3], echivalenţa este dată de :

$$\Delta P_{CTE} = \Delta P_c \frac{8\,760 + h_c}{8\,760 + h_{CTE}} \text{ [kW]}. \qquad (4)$$

În această formulă :

- ΔP_{CTE} este puterea suplimentară echivalentă necesară a fi instalată în centrala electrică de condensaţie, kW ;
- ΔP_c — puterea suplimentară obţinută în turbina (centrala) de contrapresiune, faţă de varianta de bază, kW ;
- h_{CTE} — numărul de ore de utilizare a puterii instalate a CTE, h/an ;
- h_c — numărul de ore de utilizare a puterii instalate a centralei de contrapresiune, h/an.

Cunoscînd investiţia specifică pentru CTE, i_{CTE} (lei/kW$_{inst}$), surplusul de investiţie va fi :

$$\Delta I = i_{CTE} \cdot \Delta P_{CTE} \text{ [lei]}. \qquad (5)$$

La b.1. s-au considerat ca situaţii analoge funcţionarea cu turbină de contrapresiune pură sau aceea cu turbină de condensaţie cu o priză reglabilă. Într-adevăr, partea de condensaţie a turbinei cu o priză reglabilă poate fi instalată în altă centrală a sistemului, ocupîndu-ne numai de partea de contrapresiune a turbinei.

Este demn de remarcat faptul că turbina de contrapresiune formează un caz special prin aceea că ea nu poate asigura niciodată o anumită putere electrică constantă pentru un consum de căldură variabil. Acest tip de turbină nu poate fi inclus în cele de la punctul *a*.

b.2. Se presupun cunoscuţi : Q_h (Gcal/h), parametrii aburului la intrarea în turbină şi presiunile celor două prize la care se livrează căldură.

Defalcarea lui Q_h după consumul de căldură pe prizele respective se face cu ajutorul curbelor de reglaj al temperaturii, al curbei clasate a temperaturilor exterioare şi al curbei clasate a

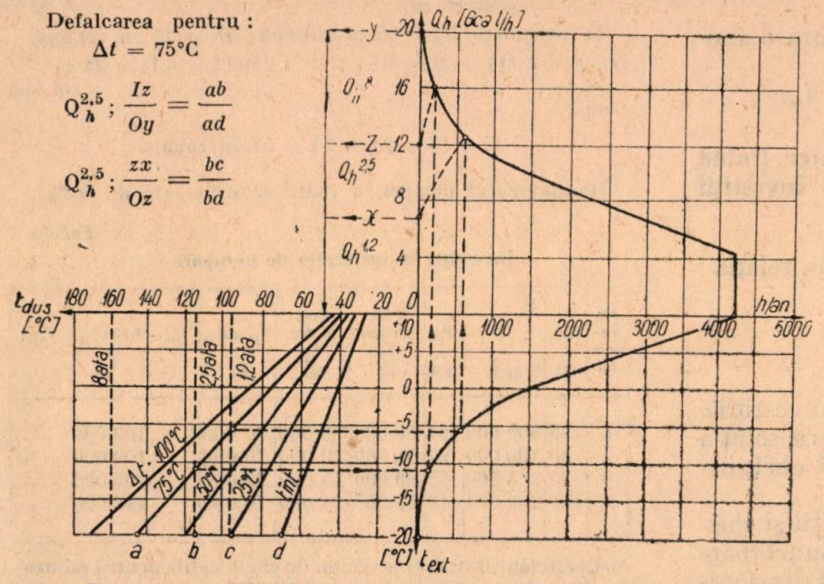


Fig. 1. Repartizarea debitului orar de calcul Q_h (Gcal/h) pe prizele turbinei.

consumului de căldură (fig. 1 pentru $\Delta t = 75°C$). S-a presupus coeficientul de termoficare $\alpha_t = 1$.

Cunoscînd defalcarea pentru variantele examinate şi avînd şi valorile lui y pentru prizele respective, puterea dată de grupul de condensaţie şi priză (exceptînd partea de condensaţie) va fi :

$$P = \sum_{i=i^i}^{m} y_i Q_h^i \text{ [kW]}, \qquad (6)$$

în care :

y_i este producţia specifică de energie electrică caracteristică presiunii de priză, kWh/Gcal ;

Q_h^i — cota-parte din debitul de calcul repartizată pe priza respectivă, Gcal/h.

Analog cu b.1., între diferitele variante, apare o putere suplimentară (3), care se echivalează cu puterea instalată în CTE (4), ceea ce se traduce în surplus de investiţii (5).

1.2. *Investiţiile în boilerele pentru prepararea apei* (I_1).

Variaţia lui Δt impune, pe de o parte, un debit de apă mai mare sau mai mic în reţea, iar pe de altă parte folosirea în mai mare sau mai mică măsură a preîncălzitoarelor de presiune mai înaltă (8—13 ata).

Aceste două laturi se manifestă împreună prin aceea că, la un debit de apă mai mic al sistemului de preîncălzire, aburul de priză are o presiune mai ridicată. Într-un prim calcul estimativ — ceea ce coincide destul de exact cu realitatea — se poate presupune că scăderea debitului de apă, deci micşorarea boilerului, se compensează prin surplusul de investiţii datorită ridicării de presiune — ceea ce influenţează asupra grosimii peretelui — şi prin scăderea investiţiilor, prin micşorarea diametrului ţevilor.

În această primă etapă de calcul, nu se va ţine seama de variaţia investiţiilor în boilerele pentru prepararea apei.

1.3. *Investiţiile în reţeaua termică* (I_2)

Investiţia I_2 este dată de :

$$I_2 = al + b \sum_{i=1}^{m} d_i \cdot l_i \text{ [lei]} \qquad (7)$$

în care :

$\sum_{i=1}^{m} d_i l_i = M$ este caracteristica materială a reţelei termice, mm km ;

a şi b — constante pentru un anumit tip de reţea.

În studiile efectuate [4] se dă o serie de curbe, din care rezultă valorile lui a şi b pentru cîteva tipuri de reţele examinate în condiţiile din R.P.R.

1.4. *Investiţiile în instalaţiile abonaţilor* (I_3)

După cum s-a arătat [1], această categorie de investiţie poate fi considerată constantă în variantele examinate.

1.5. *Investiţiile în instalaţia de pompare* (I_4)

Puterea necesară a fi instalată în instalaţia de pompare este dată de :

$$P_P = \frac{G \cdot H}{3\,600 \cdot 102 \cdot \eta_P} = \frac{GH}{370\,000\,\eta_P} \text{ [kW]}. \qquad (8)$$

Deoarece H este practic constant în variantele examinate, puterea variază în funcţie de Δt prin intermediul debitului de apă vehiculat în reţea. Un Δt mai mare înseamnă un debit mai mic de apă, livrată, însă, la o temperatură mai ridicată. În investiţiile pentru instalaţia de pompare, trebuie incluse atît preţul pompei, cît şi cel al motorului electric. După cum rezultă din calculele de la punctele 4.1.1.2, această investiţie este practic constantă pentru toate variantele examinate.

1.6. *Investiţiile în izolaţia termică* (I_5)

În acest prim calcul, se neglijează variaţia de investiţie în izolaţia termică. Melentiev [2] neglijează aceasta şi pentru cheltuielile anuale. Justificarea se dă prin aceea că mărirea debitului de apă la valori mai mici ale lui Δt este compensată prin temperatura mai redusă a apei în reţea.

2. Determinarea parametrilor economici după criteriul investiţiilor (II)

După ce s-au aflat investiţiile pentru fiecare variantă în parte (Δt), se face însumarea lor. În investiţii intră cele pentru puterea electrică suplimentară în sistem (ΔI), cele pentru reţeaua termică (I_2) şi cele pentru instalaţia de pompare

(I_4). Se alege Δt corespunzător lui ΣI = minim.

Trebuie să se țină seamă de ipotezele :

a) Cazul turbinelor care pot asigura o anumită putere electrică constantă în orice regim de încărcare a prizei.

b) Cazul turbinelor care nu pot asigura o anumită putere electrică constantă.

Cunoscînd pe Δt_{ec}, rezultă [1] h_{ec} și d_{ec}.

3. Determinarea parametrilor economici ținînd seama și de cheltuielile anuale și de investiții (III)

Termenul de recuperare θ este dat de relația :

$$\theta = \frac{I - I_{min}}{S - S_{min}} \text{ [ani]} \qquad (9)$$

în care :

S_{min} și I sînt cheltuielile anuale și investițiile corespunzătoare pentru soluția optimă după criteriul cheltuielilor anuale ;

I_{min} și S — cheltuielile de investiții și cheltuielile anuale corespunzătoare pentru soluția optimă după criteriul investițiilor.

Pentru termenul de recuperare nu au fost încă stabilite valori, nici prin norme și nici în literatura de specialitate.

4. Exemplu de calcul

Se presupune situația care a mai fost calculată [1] :

— sarcina de încălzire corespunzătoare temperaturii exterioare de calcul $t^0_{ext} = -20°C$, $Q_h = 20$ Gcal/h ;

— căldura livrată anual de CET, $Q = 35\,000$ Gcal/an ;

— durata sezonului de încălzire 4 200 h/an (fig. 1) ;

— căldura este livrată din CET, de la o turbină de 25 MW cu două prize reglabile 8—13 ata, 1,2—2,5 ata și parametri 90 ata, 500°C ;

— lungimea conductei magistrale 1 250 m.

Pentru costul kilowatului instalat în CTE s-a considerat investiția specifică de 3 000, 4 000 și 5 000 lei/kW, prețul energiei electrice consumate pentru pompare a fost luat 0,10 ; 0,20 ; 0,30 și 0,40 lei/kWh, iar prețul combustibilului 100, 180 și 260 lei/t, combustibil convențional.

4.1. *Determinarea parametrilor economici după criteriul investițiilor*

4.1.1. Cazul în care nu se necesită instalarea de putere electrică suplimentară în sistem. Intervin cheltuielile I_2 și I_4. Tabela 1 cuprinde valorile lui I_2 reproduse după [1].

Tabela 1

Investiție în rețeaua termică (I_1)

Nr. variantei	Δt °C	M mm km	$a\,l$, lei	bM, lei	I_2 lei
1	25	530	63 000	215 000	278 000
2	50	405	63 000	164 000	227 000
3	75	346	63 000	140 000	203 000
4	100	312	63 000	127 000	190 000

4.1.1.2. Investiția în instalația de pompare (I_4). Referindu-ne la (8), H este dat de :

$$H = H_c + H_r + H_a \text{ [m col. apă]} \qquad (10)$$

în care :

H_c este pierderea de presiune în boilerele CET, m ;

H_r — pierderea de presiune în rețea, m ;

H_a — pierderea de presiune în instalațiile ultimului abonat, m.

Se consideră $H_c = 15$ m col.apă ; $H_c = 15$ m col.apă.

$H_r = h \cdot 2 \cdot l\,(1 + c) = 10 \times 2 \times 1\,250\,(1 + 0{,}1) = 24$ m col.apă

deci :

$$H = 15 + 24 + 15 = 54 \text{ m col.apă.}$$

Randamentul pompei în toate cazurile este de 60 %.

Tabela 2

Investiția în instalația de pompare (I_4)

Nr. varian-tei	Δt °C	G kg/h	P_P kW	Preț pompă I_P lei	Preț motor I_M lei	$I_P + I_M$ lei	$I_4 = 1{,}45\,(I_P + I_M{}^*)$ lei
1	25	800 000	194	50 000	30 000	70 000	102 000
2	50	400 000	97	55 000	20 000	75 000	109 000
3	75	268 000	65	60 000	15 000	75 000	109 000
4	100	200 000	48	65 000	11 000	76 000	112 000

*) Coeficientul 1,45 ține seama de cheltuielile pentru montaj.

Investiția în instalația de pompare (tabela 2) are o valoare practic constantă în variantele examinate ; de aceea, nu o vom introduce în calculele ulterioare.

4.1.1.3. Parametri economici. Examinarea investițiilor arată că pentru acest caz alegerea lui Δt optim este dictată numai de investiția în rețeaua termică (I_2), care are alura unei drepte coborîtoare (fig. 3).

Deci, în această situație — numai după criteriul investițiilor, fără a ține seama de puterea suplimentară —, este avantajos a se merge cu diferențe de temperaturi cît mai mari.

Din diagramă rezultă $\Delta t_{ec} = 100°C$.

4.2. *Cazul în care este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem*

Intervin cheltuielile ΔI, I_2 și I_4.

4.2.1. Investiția de putere electrică suplimentară în sistem (ΔI). Pe baza indicațiilor de la punctul 1.1, s-a făcut defalcarea lui Q_h în variantele $\Delta t = 25...100°C$, pe diferitele presiuni de priză 1,2—2,5 ata ; 8—13 ata, cu ajutorul fig. 1. Rezultatele sînt date în fig. 2 și tabela 3.

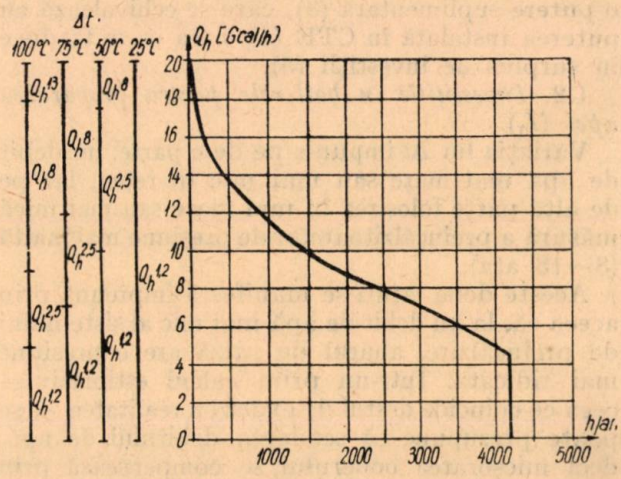


Fig. 2. Repartizarea debitului orar de calcul Q (Gcal/h), în variantele examinate.

Tabela 3

Defalcarea debitului orar de calcul, Q_h

Nr. variantei	Δt °C	Defalcarea lui Q_h (Gcal/h) pe prize:			
		1,2 ata	2,6 ata	8 ata	13 ata
1	25	20,0	—	—	—
2	50	10,0	7,6	2,4	—
3	75	7,0	5,0	8,0	—
4	100	5,0	4,0	9,0	2,0

Pentru fiecare presiune de priză, se obţin valorile lui y [2].

1,2 ata $y = 347$ kWh/Gcal.
2,5 ata $y = 318$ kWh/Gcal.
8 ata $y = 228$ kWh/Gcal.
13 ata $y = 200$ kWh/Gcal.

Puterea dată de grupul de condensaţie şi priză, pe partea de priză, potrivit formulei (6), este calculată pentru fiecare variantă în parte în tabela 4, unde se exprimă şi puterea suplimentară referită la varianta cu cel mai mic Δt ($\Delta t = 25$°C)

Tabela 4

Puterea obţinută în variantele examinate în partea de priză a grupului turbogenerator

Nr. varian-tei	Δt °C	$v_i Q_h^i$ (kW) pentru:				$P = \sum_{i=1}^{n} v_i Q_h^i$ kW	$\Delta P_c = Pi - Pb$ kW	$\Delta P_{C\,TE}$ kW
		1,2 ata	2,5 ata	8 ata	13 ata			
1	25	6 950	—	—	—	6 950	—	—
2	50	3 470	2 420	545	—	6 435	515	380
3	75	2 430	1 590	1 820	—	5 840	1 110	825
4	100	1 740	1 270	2 050	400	5 460	1 490	1 100

Pentru stabilirea puterii echivalente (4), se consideră:

$h_c = 0{,}5\,h = 0{,}5 \cdot 4\,200 = 2\,100$ h/an.

$h_{C\,TE} = 6\,000$ h/an.

Înlocuind,

$$\Delta P_{C\,TE} = 0{,}735 \cdot \Delta P_c. \qquad (11)$$

Investiţia aferentă puterii electrice suplimentare, instalate în sistem, este dată în tabela 5, pentru investiţiile specifice de 3 000, 4 000 şi 5 000 lei/kW instalat.

Tabela 5

Investiţia în putere electrică suplimentară în sistem

Nr. variantei	Δt °C	$\Delta P_{C\,TE}$ kW	Investiţia suplimentară (ΔI) lei, pentru:		
			3 000 lei/kW	4 000 lei/kW	5 000 lei/kW
1	25	—	—	—	—
2	50	380	1 140 000	1 520 000	1 900 000
3	75	825	2 480 000	3 300 000	4 130 000
4	100	1 100	3 300 000	4 400 000	5 500 000

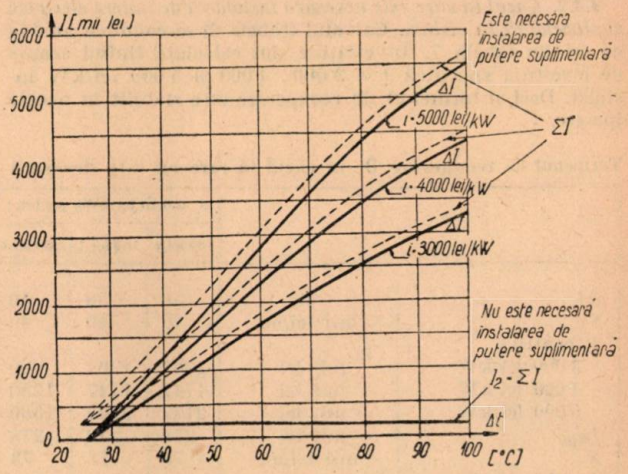


Fig. 3. Variaţia investiţiilor în variantele examinate.

4.2.2. Investiţia în reţeaua termică (I_2). Aceeaşi ca la punctul 4.1.1.1.

4.2.3. Investiţia în instalaţia de pompare (I_4). Are aceeaşi valoare ca la punctul 4.1.1.2 şi se consideră constantă în variantele examinate.

4.2.4. Parametri economici. Alegerea unui Δt optim este dictată, în această situaţie, de investiţiile în putere electrică suplimentară şi de investiţiile în reţeaua termică. Tabela 6 de mai jos totalizează investiţiile.

Investiţiile sînt reprezentate grafic în fig. 3.

Soluţia optimă corespunde lui ΣI = minim. În cazul nostru, după fig. 3, $Dt_{ec} = 25$°C.

Investiţiile totale

Tabela 6

Nr. variantei	I (lei) pentru:			I_2 lei	ΣI (lei) pentru:		
	3000 lei/kW	4000 lei/kW	5000 lei/kW		3000 lei/kW	4000 lei/kW	5000 lei/kW
1	—	—	—	278 000	278 000	278 000	278 000
2	1 140 000	1 520 000	1 900 000	227 000	1 367 000	1 747 000	2 127 000
3	2 480 000	3 300 000	4 130 000	203 000	2 683 000	3 503 000	4 333 000
4	3 300 000	4 400 000	5 500 000	190 000	3 490 000	4 590 000	5 690 000

Tabela 7

Termenul de recuperare θ, în cazul în care nu este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem

	p_c = 0,10 lei/kWh pentru:			p_c = 0,20 lei/kWh pentru:			p_c = 0,30 lei/kWh pentru:			p_c = 0,40 lei/kWh pentru:		
	100 lei/t	180 lei/t	260 lei/t	100 lei/t	180 lei/t	260 lei/t	100 lei/t	180 lei/t	260 lei/t	100 lei/t	180 lei/t	260 lei/t
Δt, °C	50	50	40	60	50	50	70	50	50	75	60	50
S_{min} mii lei/an	49	49	49	70	70	70	93	93	93	108	108	108
I, mii lei	227	227	250	210	227	227	205	227	227	203	210	227
I_{min} mii/lei	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190	190
S, mii lei/an	79	112	123	88	125	133	100	119	144	110	145	151
$I - I_{min}$ mii lei	37	37	60	20	37	37	15	37	37	13	20	37
$S - S_{min}$ mii lei/an	30	63	74	18	55	63	7	26	51	2	37	43
θ, ani	1,2	0,6	0,8	1,2	0,7	0,6	2,2	1,4	0,7	6,5	0,6	0,9

4.3. *Determinarea parametrilor economici, după termenul de recuperare.*

4.3.1. Cazul în care nu este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem. În tabela 7 sînt trecute valorile lui Δt_{ec}, așa cum rezultă din criteriul cheltuielilor anuale [1] pentru prețul kilowattorei consumate pentru pompare 0,10; 0,20; 0,30; 0,40 lei/kWh și pentru prețul combustibilului convențional 100; 180; 260 lei/$t_{c\,conv}$. Acestor valori li s-au trecut cheltuielile anuale minime (S_{min}) și investițiile corespunzătoare (I). În tabelă, sînt date și investițiile minime (I_{min}) pentru Δt_{ec}=100°C și cheltuielile anuale (S) corespunzătoare acestei temperaturi, iar, ca rezultat final, termenul de recuperare (ϑ).

4.3.2. Cazul în care este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem. Calculul (tabela 8) se conduce analog cu cel din tabela 7. Investițiile sînt calculate ținînd seama de investiția specifică i = 3 000; 4 000 și 5 000 lei/kW instalat. Deci și termenul de recuperare este stabilit în aceste ipoteze.

tele ipoteze examinate, — variază între 0,6 — 6,5 ani; deci mici. Termenul de recuperare crește cu creșterea prețului energiei electrice consumate pentru pompare și prezintă un minim pentru creșterea prețului combustibilului.

5.2.2. Cazul în care este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem. Termenele de recuperare care rezultă în această situație în diferitele ipoteze examinate variază între 11,6 și 63,5 ani, deci sînt mari. Termenul de recuperare scade cu creșterea prețului energiei electrice și cu creșterea prețului combustibilului. El crește cu creșterea prețului kilowatului instalat.

Examinarea critică a metodelor enunțate conduce la concluzia că folosirea criteriului „cheltuielilor anuale minime", considerat, de obicei, ca criteriu general valabil, este justificată numai în cazurile în care „nu este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem" (grupul turbogenerator poate asigura o anumită putere electrică constantă la diferite sarcini termice). În cazul în care această condiție nu poate fi realizată, este necesară stabilirea parametrilor economici după „criteriul recuperării", prin alegerea unui termen de recuperare, ceea ce are ca efect o micșorare a lui Δt, față de cel stabilit cu ajutorul cheltuielilor anuale.

Termenul de recuperare ϑ, în cazul în care nu este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem *Tabela 8*

		p_c = 0,10 lei/kWh pentru:			p_c = 0,20 lei/kWh pentru:			p_c = 0,30 lei kWh pentru:			p_c = 0,40 lei/kWh pentru:		
		100 lei/t	180 lei/t	260 lei/t	100 lei/t	180 lei/t	260 lei/t	100 lei/t	180 lei/t	260 lei/t	100 lei/t	180 lei/t	260 lei/t
Δt	°C	50	50	40	60	50	50	70	50	50	75	60	50
S_{min}	mii lei/an	49	49	49	70	70	70	93	93	93	108	108	108
I, pentru:													
3 000 lei/kW	mii lei	1367	1367	900	1850	1367	1367	2300	1367	1367	2683	1850	1367
4 000 lei/kW	mii lei	1747	1747	1250	2500	1747	1747	3100	1747	1747	3503	2500	1747
5 000 lei/kW	mii lei	2127	2127	1500	3100	2127	2127	3900	2127	2127	4333	3100	2127
I_{min}	mii lei	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278	278
S	mii lei/an	78	78	78	120	120	120	161	161	161	202	202	202
$I - I_{min}$, pentru:													
3 000 lei/kW	mii lei	1089	1089	622	1572	1089	1089	2022	1089	1089	2405	1572	1089
4 000 lei/kW	mii lei	1469	1469	972	2222	1469	1469	2822	1469	1469	3225	2222	1469
5 000 lei/kW	mii lei	1849	1849	1222	2822	1849	1849	3622	1849	1849	4055	2822	1849
$S - S_{min}$	mii lei/an	29	29	29	50	50	50	68	68	68	94	94	94
ϑ, pentru:													
3 000 lei/kW	ani	37,5	37,5	21,5	31,5	21,8	21,8	30,0	16,0	16,0	25,7	16,7	11,6
4 000 lei/kW	ani	50,5	50,5	33,5	44,5	29,4	29,4	41,5	21,6	21,6	34,3	23,5	15,6
5 000 lei/kW	ani	63,5	63,5	42,0	58,5	37,0	37,0	53,5	27,5	27,5	43,0	30,0	19,6

5. Concluzii

5.1. *Criteriul cheltuielilor de investiție*

Apar de luat în considerare cele două cazuri, în care este sau nu necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem.

5.1.1. Cazul în care nu este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem. În această situație, investițiile sînt practic determinate doar de investiția în rețeaua termică. Este, deci, avantajos a merge cu diferențe de temperaturi cît mai mari. Aici, Δt_{ec} = 100°C.

5.1.2. Cazul în care este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem. Instalarea de putere intervine în capitolul investițiilor cu o pondere foarte mare, care crește evident cu creșterea prețului kilowatului instalat. Totuși, în stabilirea lui Δt_{ec} corespunzător lui ΣI = minim nu intervin diferitele investiții specifice. Soluția optimă corespunde pentru cazul prezentat lui Δt_{ec} = 25°C.

5.2. *Criteriul recuperării*

5.2.1. Cazul în care nu este necesară instalarea de putere electrică suplimentară în sistem. Considerînd ca diferență de temperatură economică, aceea care rezultă după criteriul cheltuielilor anuale, termenele de recuperare — în diferi-

Bibliografie

[1] Goldenberg C.: *Determinarea parametrilor economici ai rețelelor de termoficare cu apă fierbinte.* Energetica și Hidrotehnica, nr. 9, 1955.

[2] Melentiev L. A.: Problemele de bază ale termoenergeticii industriale, Gosenergoizdat, Moscova, 1954.

[3] Stăncescu D. I. și Badea A. I.: *Determinarea schemelor termice ale centralelor de termoficare adecvate în condițiile țării noastre.* Lucrare efectuată în cadrul Institutului de energetică al Academiei R.P.R., București, 1956.

[4] Stăncescu I. D., Mișu Al. și Goldenberg C.: *Indici tehnico-economici privind investițiile în centralele termoelectrice și de termoficare și rețelele termice.* Lucrare efectuată în cadrul Institutului de energetică al Academiei R.P.R., București, 1955.

621.311.162.001.24

Contribuţii la stabilirea numărului grupurilor în centralele fluviale

DORIN PAVEL *) şi *MARIN ILIESCU* **) Bucureşti

Se prezintă o metodă tehnico-economică originală pentru determinarea înălţimii de aspiraţie şi a numărului de grupuri într-o uzină fluvială cu aplicaţie numerică la Porţile de Fier. Metoda ţine seama de fundaţii, construcţii, turbine, generatoare, echipament mecanic, randamente şi producţie de energie.

I. PROBLEME DE BAZĂ

La centralele hidroelectrice de tip fluvial, caracterizate prin căderi relativ mici cu debite foarte mari, deci prin debite unitare $Q/\sqrt{H}$ foarte mari, investiţia totală I lei se compune din trei grupe de investiţii, şi anume :

— echipamente hidromecanice, mecanice, electrice şi construcţii metalice (turbine, regulatoare, vane, generatoare, transformatoare, stavile metalice şi altele), care reprezintă, în majoritatea cazurilor, 38—44% din I, funcţie de tipul centralei şi de condiţiile naturale locale ;

— construcţii hidrotehnice (clădirea centralei, barajul, ecluzele, construcţii anexe), care reprezintă aproximativ 30—34% din I ;

— amenajări conexe, ca : lucrări în exterior, apărări de maluri, strămutări de localităţi, de şosele, de căi ferate, diferite alte despăgubiri, cum şi organizarea şantierului, care variază între 28 ... 30% din I.

Este evident că, la stadiul schemei de amenajare, căutăm — dintre n soluţii tehnic posibile — pe cea mai economică din toate punctele de vedere, analizînd de aproape fiecare grupă în parte şi, în cadrul grupelor, fiecare obiect sau lucrare.

În acest studiu, ne referim numai la grupurile centralei, compuse din turbine, din generatoare, din transformatoare şi din anexele lor, ştiind că soluţia optimă cu privire la acestea va conduce la soluţia optimă şi pentru clădirea centralei.

Grupurile sînt caracterizate de mulţi factori, dintre care însă cei mai importanţi sînt : numărul grupurilor (m) şi tipul turbinelor. Dintre tipurile de turbine, care se instalează în centrale fluviale, cu căderi pînă la circa 35 m şi cu debite instalate Q_i de multe mii de m³/s, sau de fiecare turbină Q_i/m, citäm :

— turbinele Francis, ultrarapide ;

— turbinele Kaplan, cu dublu reglaj statoric şi rotoric ;

— turbinele elicoidale, cu reglajul statoric simplu ;

— turbinele semi-Kaplan, cu reglajul rotoric simplu ;

— turbinele axial-concentrice, de exemplu turbina A. Fischer ;

— turbinele bulb-Thomann.

Domeniul de utilizare al fiecăruia dintre aceste tipuri este în funcţie de tipul centralei, de $Q/\sqrt{H}$, de condiţiile locale şi de altele. În cazul marilor centrale fluviale, cu căderi de 25—35 m şi cu puteri unitare de 100 000—200 000 kW/grup, tipul cel mai economic şi mai perfecţionat din punct de vedere tehnic este turbina Kaplan. Elasticitatea funcţionării, forma foarte aplatisată a curbei randamentului $\eta = f(Q)$, construcţia robustă monorotorică cu ax vertical, cum şi turaţia ridicată în raport cu căderea se adaugă la alte calităţi ale acestui tip de turbină. Turbinele elicoidale, ca şi cele semi-Kaplan, intră în consideraţie numai în combinaţie cu Kaplan, în sensul că, într-o centrală cu m-grupuri, k-grupuri sînt Kaplan, iar m-k grupuri elicoidale sau semi-Kaplan. Pentru acest studiu, considerăm cazul centralelor echipate, fie cu turbine Kaplan, fie cu turbine elicoidale sau semi-Kaplan.

1. Formularea problemei

Problema determinării numărului de grupuri într-o centrală este tratată foarte sumar în literatura de specialitate, iar soluţia optimă se găseşte în practică prin tatonări laborioase, pornind, în majoritatea cazurilor, de la premise simplificatoare, respectiv de la un anumit tip existent de turbină, montată în altă centrală similară.

În studiul schemelor de amenajare pe Dunărea inferioară întocmite de D. Pavel la centrala de la Porţile de Fier, a rezultat numărul optim de grupuri sub 12. Din motive de uzinare a turbinelor şi a generatoarelor (rotorul fiind limitat la cel mult 10 m, aproape de rotorul maxim realizat pînă în prezent de LMZ—Leningrad), a rezultat $m = 12$ la $D = 9{,}6$ m fiecare turbină cu $P = 260\,000$ CP, iar la bornele generatorului 183 000 kW (total 2 200 000 kW pe centrala în varianta cădere unică cu nivelul amonte 70 mdM).

Colectivul Dunării, înfiinţat în anul 1956 în cadrul I.S.P.E., revizuind studiile pentru Porţile de Fier, a considerat $m = 12$ — arătat mai sus — ca o primă soluţie economică, urmînd a

*) Prof. dr. ing. D. Pavel este membru permanent în Comitetul de Stat al Apelor (C.S.A.)

**) Ing. M. Iliescu, Comitetul de Stat al Apelor.

se determina la sarcina de proiectare, după ce s-au obținut oferte principiale pentru turbinele și generatoarele respective, numărul și tipul definitiv al echipamentelor.

În acest articol, dezvoltăm o metodă de calcul tehnico-economic complex, ținînd seamă de următoarele variabile principale :

— numărul grupurilor m (Kaplan cu generator și anexe) ;

— contrapresiunea în aspirator $H_s < 0$;

— investiția I_e în echipamentele grupurilor (turbină, generatoare și anexe) ;

— investiția în fundații I_f și în clădirea centralei I_c, în funcție de H_s și m ;

— producția de energie a centralei E kWh în anul normal.

Afară de aceste variabile principale, apar — în cursul calculelor — alte variabile secundare, egate prin anumite relații de cele precedente.

2. Relații calitative între variabilele principale

Înainte de a lega aceste variabile între ele prin calcule, vom trece în revistă aspectul calitativ al relațiilor dintre ele.

Astfel, la aceeași centrală, crescînd numărul grupurilor m, va crește atît investiția în echipamente, cît și investiția în clădirea centralei, deoarece fracționarea puterii în unități multe și mici duce la o investiție specifică în lei/kW-instalat în grup, sporită. Pe de altă parte, fracționarea în unități multe și respectînd condiția impusă de exploatarea rațională, anume de a repartiza sarcina totală uniform pe grupuri, conduce la o producție totală de energie E kWh/an mai mare. Într-adevăr, la m-mare, randamentul total η dă, în funcție de putere, o curbă ondulatorie mai apropiată de orizontala cu η maxim, decît în cazul turbinelor mari (m -mic), deși ultimele au randamentul maxim absolut mai urcat decît turbinele mici.

Dimpotrivă, scăzînd numărul grupurilor (m -mic), scad investițiile în echipamente și în clădirea centralei, dar simultan scade și producția totală de energie, fiindcă — prin treptele de putere mai mari — la scoaterea sau punerea în funcțiune de unități mari, sînt tot mai rare cazurile cînd se obțin regimuri cu randamente optime.

În ce privește mărimea contrapresiunii în aspirator H_s (negativ, adică rotorul este mult sub nivelul aval), deși în literatură nu se indică metode directe de calcul, știm — pe baza formulelor noastre — că sporirea contrapresiunii conduce la rapidități $n_s = nP^{1/2}\ H^{-5/4}$, deci și la turații n mai mari. Creșterea lui n_s înseamnă însă o reducere simțitoare a greutății turbinei și, îndeosebi, a generatorului, deci o diminuare a investițiilor în echipamente. Dimpotrivă, datorită lui H_s și n_s mai mari, cresc investițiile în fundațiile clădirii centralei, datorită scufundării turbinei mult sub bieful aval (H_s negativ crește ca valoare absolută). Jocul complex dintre variabile arată, de la început, că soluția optimă nu se poate obține printr-un calcul unic și simplist, ci trebuie stabilite soluții cu optime-parțiale, din care să se obțină apoi soluția generală cea mai economică.

Așadar, rezolvarea prin calcul a acestei probleme pretinde două faze de calcul : în prima fază determinarea pentru diferite numere de grupuri m a contrapresiunii H_s optime, iar în a doua fază găsirea lui m optim, care conține, la rîndul său, pe H_s optim.

II. METODA DE CALCUL

Metoda de calcul este valabilă la orice centrală fluvială. Totuși, pentru că această metodă a fost stabilită cu ocazia determinării numărului optim de grupuri pentru centrala Porților de Fier, aplicațiile numerice date sînt legate de această centrală. Această centrală are puterea instalată $P_i = 2\,200\,000$ kW, căderea $H_i = 28{,}95$ m la debitul instalat $Q_i = 8850$ m³/s cu randamentul global $\eta = 0{,}875$ (turbine rotund 0,9 și generatoare 0,97).

1. Determinarea contrapresiunii optime la un număr de grupuri cunoscut

Pentru un număr de grupuri m oarecare (în aplicație am variat $m = 8$ la 16), se calculează — la diferite contrapresiuni H_s tehnic posibile — atît investițiile în echipamente, cît și investițiile în fundațiile centralei. Contrapresiunea H_s este o mărime negativă, întrucît nivelul mijlociu al palelor rotorului se găsește sub nivelul aval. (În caz contrar, avem H_s pozitiv, adică turbina lucrează cu aspirație).

Comparația pentru determinarea contrapresiunii optime am făcut-o pentru trei situații economice :

— pentru investiții minime ;

— pentru cheltuieli anuale de amortizare minime ;

— pentru cheltuieli anuale indirecte minime.

a) *Cazul investițiilor minime.* Distingem două grupe de investiții :

— $I_e = I_t + I_g$ — investițiile în echipamente (investițiile în turbine plus investițiile în generatoare) ;

— I_f — investițiile în fundații.

Pe măsură ce contrapresiunea H_s la un m oarecare crește, investiția I_e scade, devenind : I_e^{min} la H_s^{max}.

La orice $H_s < H_s^{max}$ va fi $I_e > I_e^{min}$, astfel încît obținem o diferență de investiție $\Delta I_e = \Delta I_t + \Delta I_g$.

Pentru investițiile în fundații I_f, după cum am mai arătat, obținem o variație a diferențelor de investiție. La H_s^{max}, obținem I_f^{max}, iar la H_s^{min} obținem I_f^{min}.

Însumînd diferențele de investiții rezultă :

$$\Delta I = \Delta I_e + \Delta I_f = f(H_s),$$

funcţia $f(H_s)$ fiind valabilă numai la m considerat succesiv, în cazul aplicaţiei noastre de 8 la 16, aşa cum reiese din tabela 6.

Se observă că, punînd condiţia minimului investiţiilor, aceasta conduce la soluţii cu $H_s = -4$m, care însă — după cum se arată în cele ce urmează — nu este expresia cea mai justă a economicităţii.

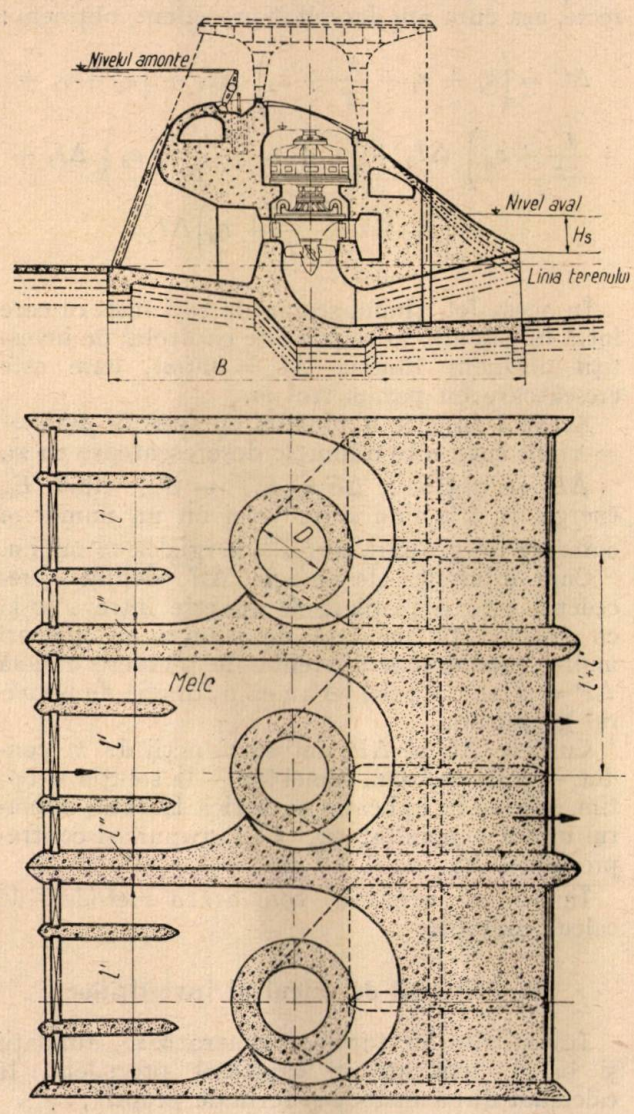


Fig. 1. Epura de calcul a cantităţilor în fundaţii.

b) *Cazul cheltuielilor anuale de amortizare minime.* Pentru cheltuieli anuale de amortizare minime, calculele sînt similare şi construim aceleaşi curbe, unde investiţiile le-am înlocuit cu cheltuieli anuale de amortizare, afectîndu-le cu coeficienţii de amortizare a — respectivi :

$$\Delta A = a \Delta I,$$

unde a se stabileşte după normele în vigoare, cu valori diferite, după felul obiectelor de amortizat, anume : $a_t = 0{,}05$ pentru turbine, $a_g = 0{,}0525$ pentru generatoare şi $a_f = 0{,}0225$ pentru fundaţii.

Astfel, putem calcula :

$$\Delta A = \Delta A_e + \Delta A_f = a_t \Delta I_t + a_g \Delta I_g + a_f \Delta I_f \text{ lei/an.}$$

În fig. 2*a*, se arată rezultatele calculelor pentru diferite H_s la $m = 8$ pînă la $m = 16$; minimul A se obţine la contrapresiuni mai mari decît în cazul precedent.

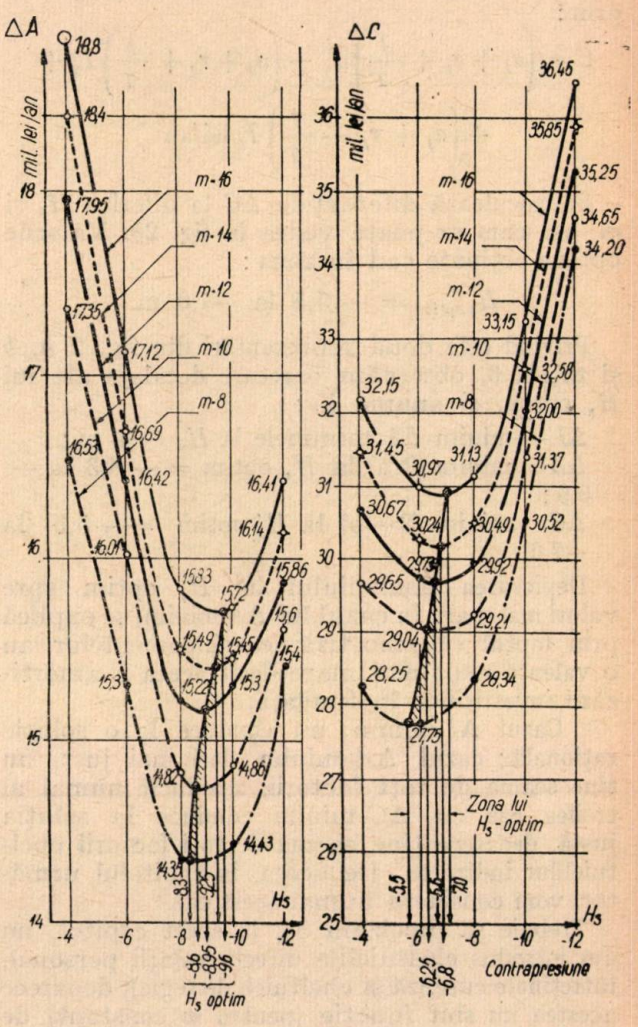


Fig. 2. Determinarea contrapresiunii optime la m = const.

c) *Cazul cheltuielilor anuale indirecte minime.* Calculele se fac în mod similar, şi anume cheltuielile se exprimă prin :

$$C = A + R + \frac{I}{T},$$

care se compune din :

1) anuităţile amortizărilor $A = A_e + A_f$, fiind pentru :
— echipamente $A_e = a_t I_t + a_g I_g$ lei/an ;
— fundaţii $A_f = a_f I_f$ lei/an ;

2) reparaţiile capitale :

$$R = R_e + R_f = r_t I_t + r_g I_g + r_f I_f \text{ lei/an ;}$$

3) anuităţile ce corespund reproducţiei lărgite $\frac{I}{T}$ lei/an cu $I = I_t + I_g + I_f$ şi T durata în ani, de exemplu 20 de ani, după care s-a realizat un nou fond de investiţii pentru o nouă centrală, evident în plus faţă de amortizarea centralei prime.

În consecinţă, cheltuielile totale se exprimă prin:

$$C = \left(a_t + r_t + \frac{I}{T}\right) I_t + \left(a_g + r_g + \frac{I}{T}\right) I_g + \left(a_f + r_f + \frac{I}{T}\right) I_f \text{ lei/an}$$

Se calculează diferenţele ΔC la diferite H_s şi m, aşa cum se poate vedea în fig. 2*b*. Valorile optime obţinute cad în zona:

$$H_{s\,optim} = -5{,}5 \text{ la } -7{,}0 \text{ m.}$$

Privind cele două reprezentări din fig. 2 *a*, *b* şi tabela 6, observăm oarecare decalaje ale lui H_s optim, şi anume la:

ΔI — minim dă minimele la H_s — 4 m;

ΔA minim (2-a) la H_s optim = — 8,3 la — 9,6;

ΔC minim (2—b) la H_s optim = —5,5 la —7,0.

Deplasarea domeniului lui H_s optim spre valori mai mari, în cazul lui ΔA minim, se explică prin faptul că amortizările echipamentelor au o valenţă mult mai mare decît aceea a amortizării investiţiilor în fundaţii.

Cazul ΔI-minim nu conduce la o soluţie raţională; cazul ΔA-minim, deşi mai just, nu ţine seama de toţi factorii, aşa încît numai al treilea caz cu ΔC-minim conduce la soluţia justă, deoarece ţine seama de toţi factorii cheltuielilor indirecte. De aceea, în capitolul următor, vom considera numai acest caz.

Trebuie să precizăm că, la acest capitol, nu am introdus cheltuielile directe (salarii personal, întreţinere curentă şi cheltuieli de regie), deoarece acestea nu sînt funcţie (pentru m constant) de contrapresiune. În cele ce urmează se va ţine seama de cheltuielile directe.

2. Determinarea numărului optim de grupuri

Din calculele precedente, avem posibilitatea să cunoaştem — pentru fiecare număr de grupuri m (8 la 16) — contrapresiunea optimă H_s aferentă. Variind numărul grupurilor m, variază lungimea centralei şi — deci — şi lungimea barajului, anume cu cît m creşte, cu atît creşte lungimea centralei şi tot cu atît scade lungimea barajului (deschiderea văii fiind fixă).

Notînd cu: L_b — lungimea barajului, cu $L = L_b + L_c + L_e$ deschiderea văii, cu L_c lungimea centralei şi cu L_e lungimea ecluzei în direcţia axului coronamentului, rezultă:

$$L_b + L_c = L - L_e \text{ şi } L_b = L - L_c - L_e.$$

Este clar că $L - L_e = k$ o constantă, iar $L_c = f(m)$ o funcţie de numărul de grupuri şi $L_b = k - f(m) = F(m)$.

Introducînd în calcule şi termenii aferenţi barajului şi lucrînd tot cu cheltuieli anuale indirecte, aşa cum am dezvoltat precedent, obţinem:

$$\Delta C = \left(a_t + r_t + \frac{l}{T} + a_d\right) \Delta I_t + \left(a_g + r_g + \frac{l}{T} + a_d\right) \Delta I_g + \left(a_f + r_f + \frac{l}{T} + a_d\right) \Delta I_f + \left(a_b + r_b + \frac{l}{T} + a_d\right) \Delta I_b.$$

În acest fel, ţinînd seama de toţi factorii care intră în calcule, în ce priveşte capitolul de investiţii obţinem funcţia $\Delta C = \Phi(m)$, care este crescătoare cu parametrul m.

Această funcţie o adunăm cu funcţia $p\Delta E = \varphi(m)$, care este o funcţie descrescătoare cu m.

ΔE se obţine: $\Delta E = E_m^{min} - E_m$, fiind E_m energia în kWh/an a centralei cu un număr m oarecare de grupuri, iar E_m^{min} energia la m minim.

Cum diferenţa de energie ΔE, definită precedent, este o pierdere de energie între soluţia cu grupuri puţine faţă de soluţia cu grupuri multe, considerăm diferenţa de pierdere anuală $\Delta P = p\Delta E = \varphi(m)$ lei/an ca o funcţie de numărul grupurilor.

Curbele ΔC şi ΔP, ambele funcţii de m conduc — prin minimul sumei lor — la soluţia m-optim, anume în aplicaţia numerică tratată, numărul optim a rezultat $m_{op} = 12$ grupuri şi contrapresiunea $H_{s_{op}} = -6{,}6$ m.

În cele ce urmează, vom arăta metodele de calcul concrete.

3. Principii de calcul al investiţiilor

Investiţiile în turbine, generatoare, fundaţii şi baraj, utilizate în capitolul precedent, le calculăm după metode şi formule proprii;

a) *Calculul greutăţii şi al investiţiei în turbine Kaplan.* Greutatea unei turbine Kaplan $G = gP$ (kg) se calculează pe baza formulei D. Pavel, dezvoltată în revista Hidrotehnica nr. 3 1956 pentru greutatea unitară:

$$g = \frac{30\,000\,A^{1,75}}{H^{1,312}\,p^{0,125}} \text{ (kg/CP) greutatea unitară,}$$

unde:

$$A = 0{,}1077 + \frac{0{,}786}{\frac{300}{24 + H\frac{H_b + 1{,}5}{H_b - H_s}} - 1}.$$

În calculele numerice, am considerat preţul unitar $i_t = 35$ lei/kg, cît rezultă din analiza investiţiilor în turbina Kaplan de mare putere.

Tabela 1

Investiţiile I_t (mil lei) în turbinele centralei P.F., cu m-grupuri şi contrapresiune H_s -variabilă

Contrapresiunea H_s (m)				−4	−6	−8	−10	−12
$n_{scr} = \dfrac{30\,000}{24 + H\dfrac{H_b + 1{,}5}{H_b - H_s}} - 100$				526	567	603	635	665
$A = 0{,}1077 + \dfrac{78{,}6}{n_{scr}}$				0,2572	0,2464	0,2382	0,2316	0,2259
m	$m^{0.125}$	mil lei $6058{,}2\ m^{0.125}$	k	$I_t = 6058{,}2\ k\ m^{0.125}\ A^{1.75}$ (mil lei)				
8	1,298	7 864	0,860	629	583	550	521	499
10	1,326	8 033	0,908	677	628	593	561	537
12	1,365	8 269	0,946	727	674	636	602	577
14	1,391	8 427	0,968	758	703	663	628	602
16	1,414	8 566	1,000	796	739	697	660	632

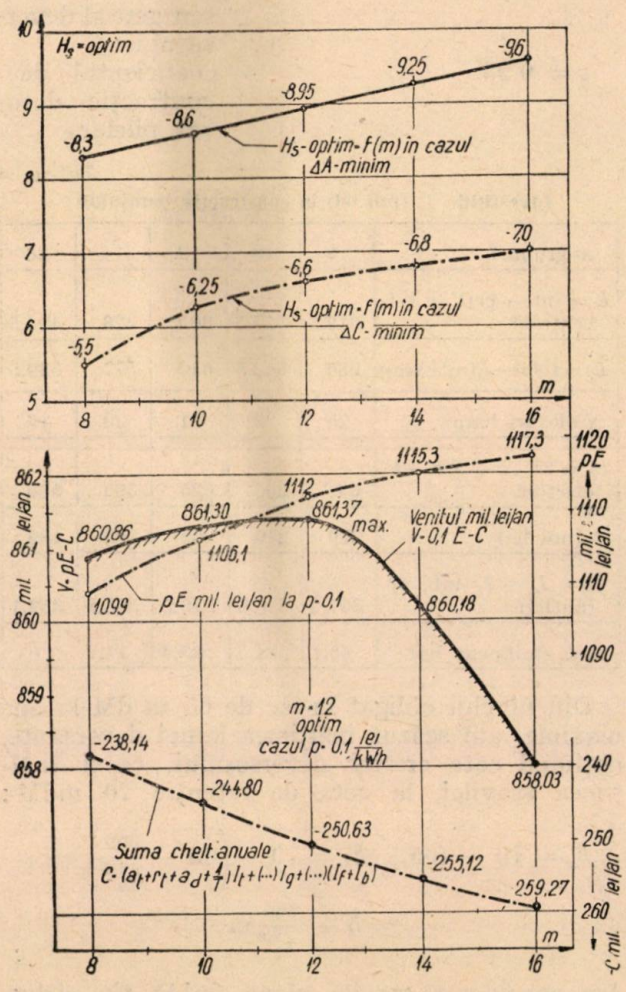


Fig. 3. Curbele $H_{s_{op}}$ $2f$ (m). Fig. 4. Diagrama pentru determinarea numărului optim de grupuri.

Investiţiile în m turbine în acest fel :

$$I_t = m i_t G_t,$$

sau

$$I_t = 35\ k\ \frac{30\,000\ A^{1.75}\ P_i^{0.875}}{H^{1.312}}\ m^{0.125}\ \text{lei},$$

unde $k = 0{,}86\ldots1$, reprezentînd factorul de ieftinire al costului uzinajului pe măsură ce cresc dimensiunile.

b) *Calculul greutăţii şi al investiţiei în generatoare.* Investiţia în m generatoare ale centralei se calculează după formula proprie (verificată prin construcţii executate) :

$$I_g = m i_g G_g = \frac{190\,800 \times 10^6}{n_s^{0.74} m^{0.11}}\ k_g\ \text{lei},$$

unde : $G_g = 6450 \left(\dfrac{P_g}{n}\right)^{0.74} = \dfrac{370\,000\,000}{m^{0.74}\ n^{0.74}}\ k_g$, iar $i_g =$ $= 45$ lei/kg generator :

Tabela 2

Investiţiile I_g (mil. lei) în generatoare, funcţie de m şi H_s

Contrapresiunea H_s (m)			−4	−6	−8	−10	−12
$n_s = n_{sincr}\ p^{1/2} H^{-5/4}$			500	539	573	603	630
$n_s^{0.74}$			101	105,4	110	114,5	118,1
m	$m^{0.11}$	k_g	$I_g = \dfrac{190\,800}{n_s^{0.74} m^{0.11}}\ k_g$ (mil lei)				
8	1,258	0,88	1321	1266	1214	1165	1130
10	1,290	0,92	1348	1293	1236	1188	1151
12	1,317	0,95	1364	1308	1254	1203	1165
14	1,339	0,98	1384	1325	1271	1220	1182
16	1,359	1,00	1391	1333	1278	1227	1189

n_{scr} — turaţia specifică critică ; H_b — presiunea barometrică exprimată în m col. apă ; H — căderea în m.

$$P_g = \frac{P_i}{m \cos\varphi} = \frac{2\,200\,000}{0{,}8\,m} = \frac{2\,750\,000}{m} \text{ (kVA/gen)}$$

iar $k_g = 0{,}88 \ldots 1$, coeficientul uzinării.

Introducînd $n^{0,74} = 0{,}0382^{0,74}\, n_s^{0,74}\, m^{0,37} = 0{,}892\, n_s^{0,74}\, m^{0,37}$

în formula G_g şi apoi G_g în I_g, obţinem formula finală a investiţiei:

$$I_g = \frac{190\,800 \times 10^6}{n_s^{0,74}\, m^{0,11}} k_g,$$ cu datele calculate în tabela 2.

c) Calculul investiţiilor în fundaţia centralei. Calculul investiţiilor în fundaţii l-am făcut, pentru fiecare variantă în parte, prin antemăsurători (planimetrare de planuri). Apoi, printr-o ordonare a rezultatelor şi o ordonare funcţională a mărimilor geometrice ce intră în discuţie, am obţinut expresia finală a investiţiei în fundaţia centralei:

$$I_f = (2{,}8 - H_s)(m+1)\varphi\left[\frac{58\,800\,000}{m} + \frac{7\,400\,000}{m} + 231\,000\right] \text{ lei,}$$

unde φ ţine seama de golurile construcţiei.

Valorile se găsesc calculate în tabela 3.

Tabela 3

Investiţiile I_f (mil lei) în fundaţiile centralei $F(m, H_s)$

H_s (m)		−4	−6	−8	−10	−12
$2{,}8 - H_s$		6,8	8,8	10,8	12,8	14,8
φ corecţia gol. sup.		1,0	0,98	0,965	0,964	0,962
m	8	624	791	954	1 133	1 308
	10	632	802	970	1 150	1 325
	12	643	815	985	1 170	1 348
	14	655	830	1 005	1 190	1 372
	16	666	844	1 020	1 210	1 395

d) *Calculul investiţiilor I_s în stavile şi I_c în partea constructivă a barajului.* Stavilele au deschiderea optimă de 25 m, fiind duble, tip cîrlig, iar lungimea barajului stăvilar L_b depinde de numărul grupurilor m din centrală.

În tabela 4, se arată pentru $m = 8 \ldots 16$ — numărul stavilelor rezultate $N = 19$ la 23 bucăţi a 25 ml fiecare, plus 5 m pentru fiecare pilă intermediară.

Înălţimea lamei deversante pentru o lungime de baraj L_b, corespunzătoare unui număr de grupuri m, am calculat-o cu formula:

$$h = \left(\frac{Q}{k\varepsilon\sqrt{2g}}\right)^{2/3} \frac{1}{L_b^{2/3}} = \frac{500}{L_b^{2/3}},$$

Tabela 4

Investiţiile I_s (mil lei) în stavile, funcţie de m

m-grupuri în centrală	8	10	12	14	16
N-stavile	23	22	21	20	19
$h_s = 5 + \frac{500}{L_b^{2/3}}$ (m)	11,40	11,64	11,875	12,10	12,35
$L^2 h_s^2 = 625\, h_s^2$ (m⁴)	81500	84681	88135	91500	95400
$G_s = kL^2h_s^2 = 3750\, h^2$ kg/stavilă	489000	508100	528810	549000	572400
$I_s = Np_sG_s = 56250Nh_s^2$ (mil lei)	168,2	167,2	166,5	164,8	163,1

în care:

$Q = Q_{0,01} = 22.460$ m³/s este debitul maxim de evacuat;

$k = 0{,}48$ — coeficientul de scurgere al deversorului;

$\varepsilon = 0{,}95$ — coeficientul de contracţie datorat pilelor.

Tabela 5

Investiţiile I_c (mil lei) în construcţia barajului

m-grupuri	8	10	12	14	16
$L = (m+1)(l' + l'')$ centrală	319,5	357,5	390	423	450,5
$L_b' = 1000 - L$(ml baraj)	680,5	642,5	610	577	549,5
N-ploturi baraj	23	22	21	20	19
$L_b = 25\, N + 5(N-1)$ efectivă	685	655	625	595	565
I_c (mil lei)	229	219	209	199	189
$I_b = I_c + I_s$ (tab. 4) (mil lei)	397,2	386,6	375,5	363,8	352,1
$\Delta\, I_b$ (milioane lei)	45,1	34,5	23,4	11,7	0

Din nivelul obligat în lac de 65 m dM la ape maxime, am scăzut înălţimea lamei deversante, obţinînd cota crestei deversorului, ca şi înălţimea stavilei, la cota de retenţie 70 mdM:

$$h_s = 70 - (65 - h) = 70 - \left(65 - \frac{500}{L_b^{2/3}}\right) = 5 + \frac{500}{L_b^{2/3}} \text{ m}$$

Am considerat stavilă plană dublă tip cîrlig, care conduce prin $L^2\, h_s^2 = 625\, h_s^2$ din tabela 4 la greutatea unei stavile:

$G_s = kL^2h_s^2 = 3750\, h_s^2$ kg, coeficientul $k = f\left(\frac{H}{L}\right) = 6$ kg/m⁴, după cursul nostru de Maşini Hidraulice II.

Calculul care conduce la H_s-optim pentru fiecare m *Tabela 6*

Contrapresiunea H_s (m)		−4	−6	−8	−10	−12
$\Delta I_t = I_t - I_{t12}$ (mil lei) (v. tab. 1) m	8	130	84	51	22	0
	10	140	91	56	24	0
	12	150	97	59	25	0
	14	156	101	61	26	0
	16	164	107	65	28	0
$\Delta I_g = I_g - I_{g12}$ (mil lei) (v. tab. 2) m	8	191	136	84	35	0
	10	197	142	85	37	0
	12	199	143	89	38	0
	14	202	143	89	38	0
	16	202	144	89	38	0
$\Delta I_f = I_{f12} - I_f$ (mil lei) (v. tab. 3) m	8	0	167	329	510	684
	10	0	170	336	520	693
	12	0	172	338	529	705
	14	0	175	348	539	717
	16	0	178	352	547	729
$\Delta I_t + \Delta I_g + \Delta I_f$ (mil lei) m	8	321	387	464	567	684
	10	337	403	477	581	693
	12	349	412	486	592	705
	14	358	419	496	603	717
	16	366	429	506	613	729
ΔA (mil lei/an) $= a_t \Delta I_t + a_g \Delta I_g + a_f \Delta I_f$ $a_t = 0{,}0500$ $a_g = 0{,}0525$ $a_f = 0{,}0225$ m	8	16,53	15,30	14,35	14,43	15,40
	10	17,35	16,01	14,82	14,86	15,60
	12	17,95	16,42	15,22	15,30	15,86
	14	18,40	16,69	15,49	15,45	16,14
	16	18,80	17,12	15,83	15,72	16,41
ΔC (mil lei/an) $a_t + r_t + \frac{1}{T} = 0{,}085$ $a_g + r_g + \frac{1}{T} = 0{,}090$ $a_f + r_f + \frac{1}{T} = 0{,}05$ m	8	28,25	27,75	28,34	30,52	34,20
	10	29,65	29,04	29,21	31,37	34,65
	12	30,67	29,73	29,92	32,00	35,25
	14	31,45	30,24	30,49	32,58	35,85
	16	32,15	30,97	31,13	33,15	36,45

Numărul de grupuri m-optim *Tabela 7*

m-grupuri			8	10	12	14	16
H_s-optim (v. tab. 6)			−5,50	−6,25	−6,60	−6,80	−7,00
E (mil kWh/an)			10990	11061	11120	11153	11173
Investiții (mil lei)	I_t		594,5	623,6	662,6	687,0	718,0
	I_g		1279,8	1285,8	1291,8	1303,4	1305,5
	I_f		749,2	823,0	866,0	899,2	932,0
	I_b		397,2	386,6	375,5	363,8	352,1
Cheltuieli (mil lei/an)	0,090 I_t		53,51	56,12	59,63	61,83	64,62
	0,095 I_g		121,58	122,15	122,72	123,82	124,02
	0,055 $(I_f + I_b)$		63,05	66,53	68,28	69,47	70,63
	$C = \Sigma$		238,14	244,80	250,63	255,12	259,27
Venit $p\ E - C$ (mil lei/an)	p lei/kWh	0,05	311,36 (max)	308,25	305,37	302,53	299,38
		0,10	860,86	861,30	861,37 (max)	860,18	858,03
		0,20	1959,86	1967,40	1973,37	1975,48 (max)	1975,33

Investiția totală în N stavile va fi cu prețul unitar $i_s = 15$ lei/kg, conform tabelei 4, de :

$$I_s^* = N i_s G_s = 56250\ N h_s^2 \text{ lei.}$$

În ce privește partea constructivă a barajului, adică infra și suprastructura de beton, care susțin stavilele, investiția aferentă I_c este calculată în tabela 5.

Lungimea barajului variază între 565 și 685 m.

Investițiile aferente în construcția barajului I_c le-am calculat în milioane lei, prin antemăsurători și analize de prețuri (tabela 5).

DIN EXPERIENȚA ÎNTREPRINDERILOR

621.165 : 697.34 : 621—524

Determinarea experimentală a statismului unei turbine de termoficare

MIHAI IONESCU) — Borzești*

Se arată un exemplu de determinare experimentală a statismului unei turbine de termoficare cu condensație cu priză. Se dau curbele obținute și se indică condițiile de funcționare a sistemului de reglare, cînd turbina trebuie să lucreze la baza curbei de sarcină.

La turbinele de termoficare instalația de reglare automată reglează debitul de abur prelevat de la priză și sarcina electrică a turbinei.

Ceea ce este caracteristic sistemului de reglare adoptat în cazul turbinelor de termoficare cu prize reglabile este faptul că el menține constantă sarcina electrică cînd sarcina termică variază și păstrează constantă sarcina termică cînd sarcina electrică variază.

Acest lucru se poate realiza în general printr-unul din cele două sisteme :

a) Sistemul de reglare independent, unde regulatorul de viteză acționează asupra grupei ventilelor de admisie, iar regulatorul de presiune asupra ventilelor de priză.

b) Sistemul de reglare dependent, unde oricare din regulatoare poate comanda concomitent ambele grupe de ventile. Această comandă concomitentă este realizată fie cu ajutorul pîrghiilor, fie hidraulic.

Sistemul de reglare dependentă cu sistem hidraulic, realizat la majoritatea turbinelor moderne de termoficare (de exemplu turbina VPT — 25—3 de fabricație sovietică), prezintă avantaje atît din punct de vedere al dinamicii reglării, cît și al exploatării.

Ca element de bază la determinarea comportării turbinei la conectarea ei în sistemul energetic, precum și la funcționarea independentă, este caracteristica statică de reglare construită în coordonatele de putere N și turație n. Statismul este dat de relația :

$$\delta = \frac{n_{max} - n_{min}}{n_m},$$

unde :

n_{max} este turația turbinei la mers în gol ;
n_{min} — turația turbinei la mers la sarcină maximă ;
n_m — turația medie a turbinei.

*) Inginer, termocentrala Borzești.

Aceasta permite să se determine gradul de iregularitate (statism) al reglării pentru o anumită poziție a sincronizatorului (dispozitivul de variere a turației) și o valoare dată a parametrilor aburului la intrarea în turbină.

Mai mult decît atît, caracteristica statică de reglare permite să se determine cursa maximă a regulatorului de viteză necesară pentru realizarea unei puteri N maxime, pentru parametrii dați ai aburului.

Determinarea caracteristicii statice a reglării se poate efectua prin :

a) Determinarea directă, în care se variază turația n a turbinei la diferite sarcini N ale turbogeneratorului, cu ajutorul unui reostat cu apă.

b) Metoda indirectă, prin compunerea caracteristicilor la mersul în gol și sarcină pentru parametrii dați ai aburului la intrarea în turbină.

În determinarea experimentală făcută s-a utilizat metoda indirectă descrisă mai jos.

1. Descrierea sistemului de reglare

Principial, sistemul de reglare se compune din regulatorul de viteză și din regulatoarele prizelor de 1,2 și 13 ata.

Se observă că, în plus, față de turbinele cu condensație, apar servomotoarele pentru reglarea presiunii în camerele prizelor, precum și sertărașele de însumare a impulsurilor. Acestea din urmă fac legătura hidraulică pentru comanda de către un regulator a ambelor grupe de ventile (admisie abur turbină, priză reglabilă) în același timp.

Probele s-au efectuat asupra unei turbine de termoficare tip VPT — 25—3, cu ocazia punerii în funcțiune. Principial, sistemul de reglare a funcționat după schema din fig. 1.

a) *Funcţionarea în condensaţie pură.* Avînd prizele reglabile decuplate, sistemul de reglare va funcţiona în felul următor :

La creşterea sarcinii electrice, regulatorul de viteză va obtura scurgerea uleiului de sub scurgere al uleiului, iar sertăraşul de însumare nr. *2* va coborî, deoarece presiunea sub sertar va scădea. Aceasta duce la mărirea presiunii uleiului în linia *A* (deci deschiderea supapelor de reglare de înaltă presiune) şi la micşorarea

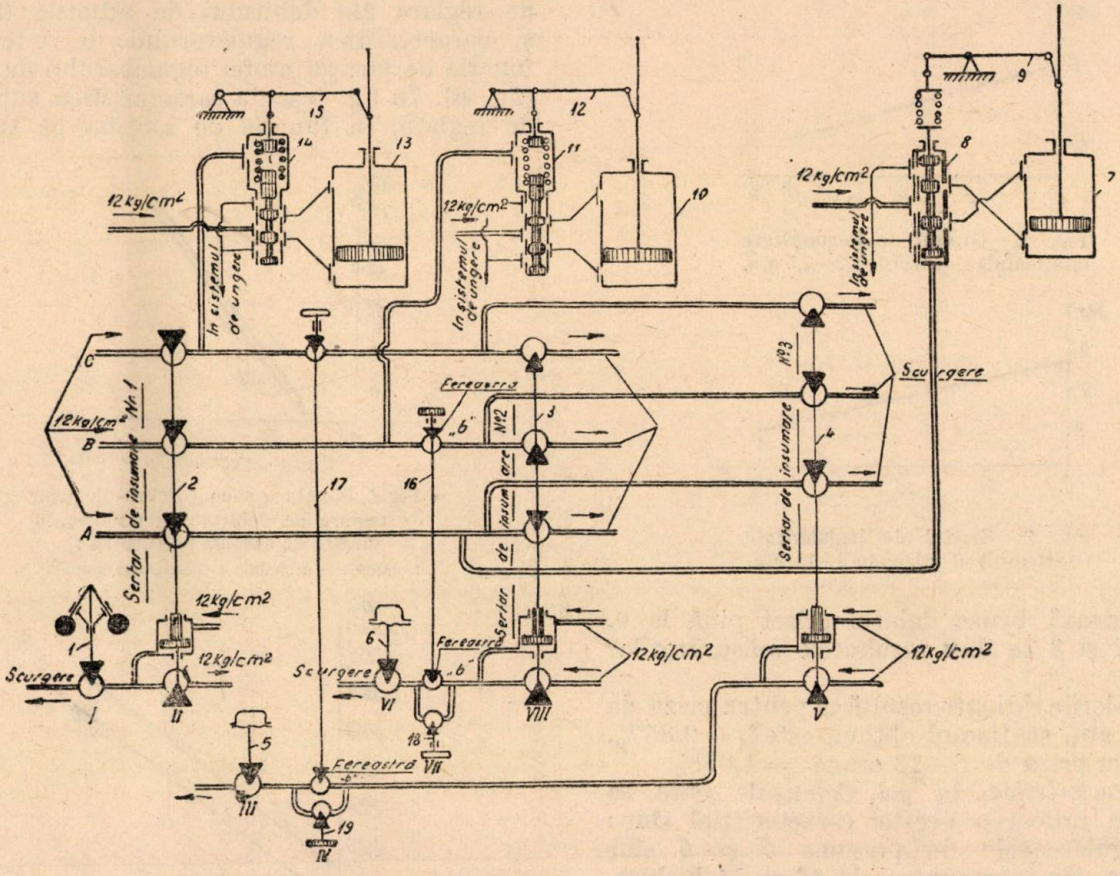


Fig. 1. Schema principială de reglare a turbinei VPT-25-3 :

1 – regulatorul de viteză ; *2, 3, 4* – sertăraşele de însumare a impulsurilor ; *5* – regulatorul de presiune al prizei de 1,2 ata ; *6* – regulatorul de presiune al prizei de 8–13 ata ; *7* – servomotorul supapelor de înaltă presiune ; *8* – sertarul servomotorului de înaltă presiune ; *9, 12, 15* – pîrghiile inverse ale servomotoarelor ; *10* – servomotorul prizei de 8–13 ata ; *11* – sertăraşul servomotorului prizei de 8–13 ata ; *13* – servomotorul prizei de 1, 2–2,5 ata ; *14* – sertăraşul servomotorului prizei de 1,2 ata.

sertăraşul de însumare nr. *1*. Presiunea uleiului va creşte şi va ridica în sus sertăraşul, atîta timp cît debitul de ulei ce se scurge la regulatorul de presiune va fi mai mic decît cel care intră. Cînd debitele de ulei se egalează, sertăraşul rămîne într-o poziţie nouă. Ridicarea sertăraşului de însumare nr. *1* are ca rezultat mărirea presiunii uleiului în linia *A* şi sub sertăraşul servomotorului de înaltă presiune *8*. Aceasta va deschide intrarea uleiului sub piston, ducînd la deschiderea supapelor de reglare. Mărirea presiunii uleiului în liniile *B* şi *C* nu duce la nici un rezultat, deoarece întreruptorele *16* şi *17* sînt închise.

b) *Funcţionarea cu priză reglabilă 8–13 ata.* Menţinînd constantă sarcina electrică şi variind sarcina termică, sistemul de reglare va lucra în felul următor (fig. 1) :

Presupunînd că debitul de abur prelevat creşte, presiunea în camera prizei va scădea, regulatorul de presiune *6* va mări debitul de presiunii uleiului în linia *B*, deoarece întreruptorul *16* este deschis.

Drept rezultat se va obţine ridicarea sertăraşului *11*, care va comanda închiderea ventilului de priză (diafragma turnantă) de 8–13 ata prin intermediul servomotorului *10*, pînă cînd presiunea în camera prizei se va restabili la valoarea impusă. Sertăraşul de însumare nr. *4* nu va lucra, deoarece întereruptorul *17* este închis. Pentru funcţionarea cu ambele prize reglabile se aplică acelaşi raţionament.

2. Determinarea caracteristicilor

Pentru a se cunoaşte comportarea acestei turbine a fost necesar să i se determine gradul de iregularitate (statism) al sarcinii electrice, precum şi statismul prizelor reglabile la variaţia debitului lor.

În primul caz, încercarea s-a făcut pe baza metodei indirecte, adică combinarea caracteristicii de mers în gol şi în sarcină, în funcţie de

poziția servomotorului supapelor de reglare.

În al doilea caz, încercarea s-a efectuat pe baza metodei directe. Păstrînd constantă încărcarea turbinei și parametrii la intrare, se măsoară debitul prizei și presiunea în colector cînd

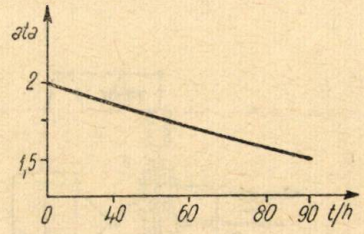


Fig. 2. Gradul de iregularitate (statismul) al prizei de 1,2—2,5 ata.

Fig. 3. Gradul de iregularitate (statismul) al prizei de 8—13 ata.

se micșorează brusc debitul prizei pînă la 0. În fig. 2 și 3 se dau rezultatele măsurătorilor făcute.

Din valorile ridicate rezultă că pentru priza de 1,2—2,5 ata, statismul obținut este $\delta_1 = 2{,}85\%$, iar pentru priza de 8—13 ata, $\delta_2 = 1{,}67\%$.

a) *Caracteristica în gol.* Condițiile care se impun la ridicarea acestei caracteristici sînt:

1. Regulatoarele de presiune *5* și *6* sînt decuplate, iar întreruptoarele *16* și *17* închise.

2. Se păstrează constante presiunea uleiului de 12 kg/cm² și temperatura acestuia de 50°C.

3. Se mențin constanți parametrii aburului nominali (90 ata, 495°C) și vidul în condensator de 700 mm col. Hg.

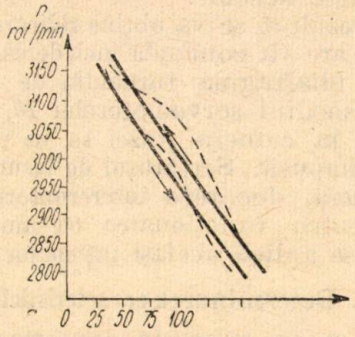


Fig. 4. Poziția servomotorului supapelor de reglare ale debitului de admisie, în funcție de turația turbinei.

Acționînd asupra sincronizatorului, aburul la turbină fiind admis prin by-pas, se ridică turația la 3 150 roț/min. Închizîndu-se încet by-pasul pînă la deschiderea completă a supapelor de reglare la diverse rotații, se citește în același timp poziția mufei regulatorului de viteză și poziția servomotorului supapelor de reglare. Se trasează caracteristica reglării vitezei n, în funcție de poziția servomotorului supapelor de reglare ale debitului de admisie (fig. 4), și caracteristica regulatorului de viteză, în funcție de poziția mufei regulatorului de viteză (fig. 6). În fig. 5 se dă caracteristica supapelor de reglare, în funcție de sarcina pe turbină.

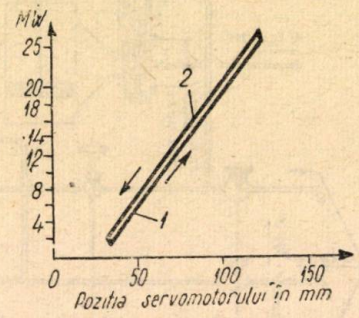


Fig. 5. Poziția servomotorului supapelor de reglare ale debitului de admisie, în funcție de sarcina pe turbină:
1 — încărcarea grupului; *2* — descărcarea grupului.

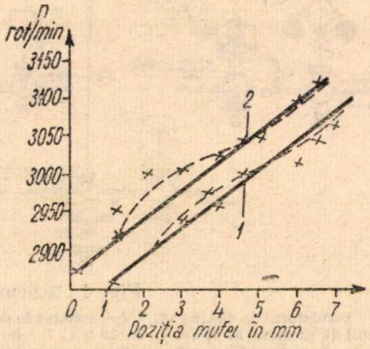


Fig. 6. Poziția mufei regulatorului de viteză, în funcție de turația turbinei:
1 — încărcarea grupului; *2* — descărcarea grupului.

b) *Caracteristica în sarcină.*

Condițiile sînt la fel ca mai sus. Încărcîndu-se și apoi descărcîndu-se turbina în trepte de 8—10% din sarcina nominală, se citesc simultan de fiecare dată următoarele: puterea grupului, poziția mufei regulatorului de viteză și poziția servomotorului supapelor de reglare. Această citire a datelor se face o dată la creșterea sarcinii, iar a doua oară la scăderea sarcinii cu valorile arătate mai sus.

După datele caracteristice în gol și în sarcină se construiesc curbele statismului (fig. 7, 8, 9).

Din curba statismului, în funcție de poziția mufei regulatorului de viteză (fig. 7), rezultă $\delta_3 = 4{,}3\%$ cu statismul în funcție de poziția servomotorului supapelor de reglare $\delta_4 = 6{,}5\%$ (fig. 9).

La turbinele de termoficare se cere o înclinare mai accentuată a statismului de sarcină electrică. Acest lucru se poate obține comprimînd

resortul sertărașului servomotorului supapelor de reglare. Alura curbei mai înclinată la mersul în gol și la sarcină plină este realizată în acest

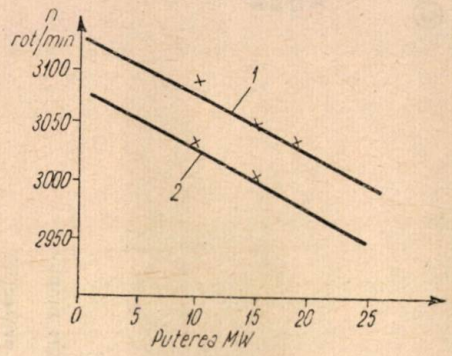


Fig. 7. Turația turbinei, în funcție de sarcină (statismul după poziția mufei regulatorului de viteză):
1 – încărcarea grupului; 2 – descărcarea grupului.

fel. Se trage concluzia, lăsînd la o parte celelalte considerente, că acest tip de turbină va trebui să lucreze din punct de vedere al reglării la baza curbei de sarcină.

Comparînd statismul obținut în funcție de poziția servomotorului supapelor de reglare cu cel obținut în funcție de poziția mufei regulatorului de viteză, se vede că această diferență face ca turbina să fie mai puțin sensibilă la variațiile sarcinii electrice.

Încărcarea bruscă a turbinei de acest tip, în cazul unui statism mai mic, poate duce la pendulații de sarcină electrică și de presiune la prize, iar sistemul de reglare va fi solicitat necorespunzător, în sensul că pot apărea oscilații la servomotoare determinate de scurgerile bruște ale uleiului de lucru.

Deficiența încărcării și descărcării mai lente în cazul statismului mai mare este compensată cu funcționarea fără pendulații a sistemului de reglare, precum și menținerea constantă a presiunii la prizele reglabile.

Experiența căpătată pînă acum la funcționarea cu acest sistem de reglare arată avantajele curbei mai înclinate a statismului.

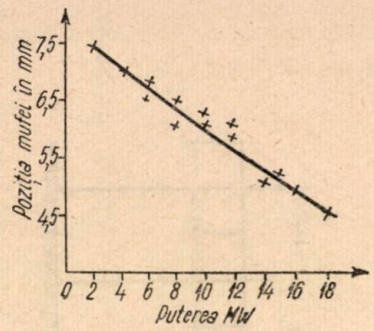


Fig. 8. Poziția mufei regulatorului de viteză, în funcție de sarcina pe turbină.

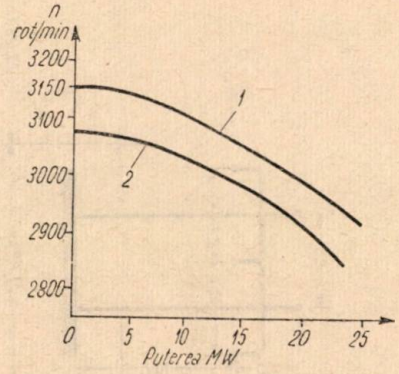


Fig. 9. Turația turbinei, în funcție de sarcină (statismul după poziția servomotorului supapelor de reglaj).

Totuși, acesta se poate micșora pînă la valorile de 5%, fără a exista pericolul amintit mai sus.

Bibliografie

Kirilov I. I.: *Reglarea turbinelor cu abur și cu gaze*, Ed. Energetică de Stat, an. 1954.

PENTRU NOILE CADRE

621.315 — 6.99.001.4

Tratarea neutrului unei rețele de 60 kV

*M. ZICKMAN**) și *P. VASILESCU***) București

Se arată aplicațiile noii teorii dezvoltate în cadrul Institutului de Energetică (de ing. P. Dimo), în ceea ce privește supratensiunile prelungite ce pot apare în rețelele cu neutrul izolat. Se arată modelele de calcul care au ca scop să controleze dacă a fost eliminată posibilitatea de formare a acestor supratensiuni în cazul tratării neutrului, determinîndu-se astfel locul unde este necesar să se trateze. Astfel de calcule au fost introduse în R.P.R. la proiectarea sistemelor electroenergetice.

1. Introducere

Se consideră cazul unei rețele aeriene de transport și de distribuție a energiei electrice la tensiunea de 60 kV, care a funcționat mult timp cu neutrul izolat. Schema electrică de principiu a rețelei considerate este dată în anexa 1.

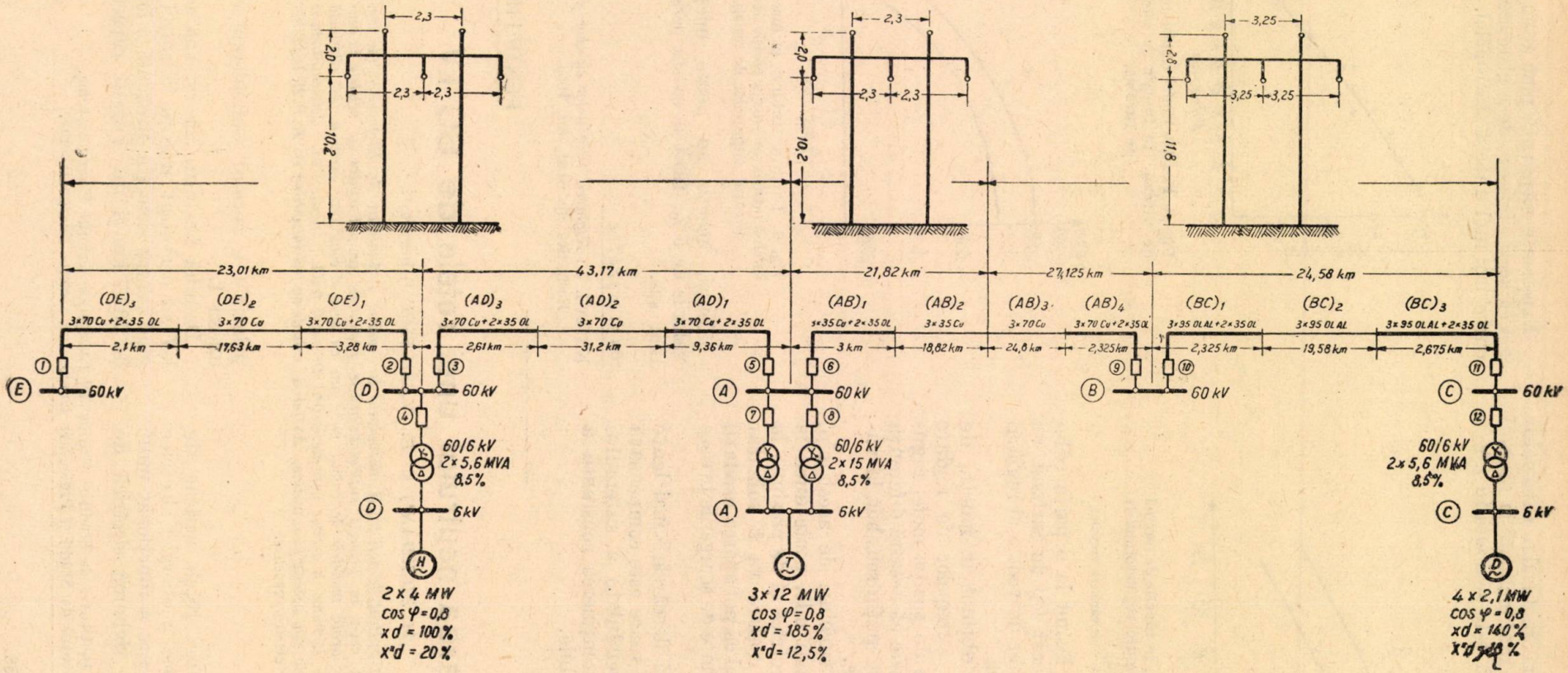
Datorită faptului că rețeaua aeriană de 60 kV s-a dezvoltat mereu în cursul anilor, atingînd pentru situația prezentă o lungime totală de 139,7 km și un curent capacitiv total de

*) Inginer, șef de proiect la Institutul de Studii și Proiectări Energetice, sectorul Energosisteme.
**) Inginer proiectant la Institutul de Studii și Proiectări Energetice, sectorul Energosisteme.

REȚEAUA AERIANĂ DE 60 kV

Anexa nr 1

Schemă electrică de principiu



OBSERVAȚII:

1. In a doua etapă o porțiune de 7 km din tronsonul aerian $(DE)_2$ se înlocuiește cu trei cabluri monofazate de 60 kV (curentul capacitiv de punere la pămînt este 10,2 A/km).
2. Porțiunile din tronsoanele liniilor figurate cu linii îngroșate sînt prevăzute cu conductoare de protecție. (De exemplu tronsoanele $(DE)_2$ și $(DE)_1$ din linia D-E).
3. Generatoarele notate cu T reprezintă grupuri turbogeneratoare, cu D grupuri Diesel și cu H grupuri hidrogeneratoare.

punere la pămînt de 27,45 A, au început să apară, în anumite regimuri de funcționare a rețelei, supratensiuni prelungite, în momentul punerii la pămînt a unei faze, care au condus la întreruperea alimentării consumatorilor și la defecte grave în întreaga instalație.

Aceste supratensiuni se manifestau printr-o ridicare a potențialului fazelor sănătoase la punerea la pămînt a unei faze. Supratensiunea respectivă are un caracter permanent în timpul punerii la pămînt și a putut fi observată chiar cu voltmetrul înregistrator industrial.

Spre exemplu, un asemenea defect este arătat în rețeaua figurată în schema anexei 1.

În ziua *X*, zi de lucru de vară, în timp ce rețeaua funcționa la sarcină redusă, înainte cu cîteva ore de apariția vîrfului activ de vară, s-a semnalat o punere la pămînt pe faza *R* a liniei de 60 kV, *A — B*, la intrarea acesteia în stația *A*. Datorită apropierii orei de vîrf, exploatarea a amînat înlăturarea punerii la pămînt pentru orele golului de noapte și a continuat să funcționeze în această situație. La ora 20, cînd sistemul era în situația vîrfului activ de sarcină a declanșat intempestiv întreruptorul 6 din stația *A* (neprevăzut cu dispozitiv de reanclanșare automată). Apariția instantanee a fenomenului de supratensiune prelungită a condus (pînă la intervenția personalului de exploatare de a reanclanșa linia) la amorsarea paratonerului de pe faza *S* din stația *C* și, deci, la un scurtcircuit bifazat, în două puncte diferite, defect foarte grav care a condus pînă la urmă la „prăbușirea" întregului sistem de 60 kV. Restabilirea situației inițiale a durat circa 25 minute și a condus la pierderea a circa 8 000 kWh nelivrate consumatorilor. În urma repetării unor asemenea situații s-a impus executarea unui studiu de tratare a neutrului rețelei de 60 kV, care să dovedească situațiile în care este posibilă apariția fenomenului de supratensiune prelungită și în care, pe bază de calcule, să se stabilească oportunitatea tratării neutrului acestei rețele și a locurilor unde trebuie executată această tratare, pentru a se evita în orice regim de funcționare accidental apariția fenomenului de supratensiune prelungită în rețeaua arătată.

Tratarea neutrului acestei rețele s-a făcut în baza studiilor făcute în cadrul Academiei R.P.R. și Institutului de Energetică, pe baza teoriei elaborate de ing. P. Dimo și a verificărilor făcute în laborator și prin calcul de către un colectiv la Institutul de Energetică din București (v. lucrările [1], [2], [3], [4], și [5]).

2. Calculele preliminare

Determinarea oportunității tratării neutrului s-a făcut calculîndu-se supratensiunile prelungite ce apar în rețeaua de 60 kV funcționînd cu neutrul izolat, în diverse situații posibile de punere a unei faze a rețelei la pămînt și în ipoteza unor declanșări simultane ale anumitor întreruptoare din rețea. Pentru calculul supratensiunilor prelungite se fac în prealabil următoarele calcule ajutătoare :

2.1. *Determinarea curenților capacitivi de punere la pămînt, pe diversele porțiuni ale rețelei.* Pentru calculul curenților capacitivi de punere la pămînt s-au calculat capacitățile de serviciu și homopolare pe toate tronsoanele de linii.

Calculul s-a efectuat cu ajutorul tabloului de calcul cuprins în anexa 2, ținînd seama de lungimile tronsoanelor de linii, de existența conductoarelor de protecție, precum și de coronamentele stîlpilor indicate în schema electrică de principiu (anexa 1).

Formulele utilizate pentru aceste calcule se determină cu ajutorul sistemelor de ecuații ale lui Maxwell pentru determinarea coeficienților de potențial, utilizînd pentru simplificare distanțele medii geometrice între conductoarele active și pămînt, precum și între conductoarele de protecție și pămînt.

Pentru ca rezultatele calculului să ușureze ulterior alegerea soluției și locului de tratare a neutrului, calculul curenților capacitivi de punere la pămînt s-a executat separat, pe tronsoane de linii. Astfel, în tabela de calcul din anexa 2 sînt indicate următoarele rezultate :

La nr. 20, capacitatea pe secvența directă (de serviciu) pe tronsoane.

La nr. 21, capacitatea homopolară (față de pămînt) pe tronsoane.

Tabela 2.1

Curenții capacitivi de punere la pămînt pe tronsoane de linii și etape de dezvoltare

Nr. crt.	Denumirea	Etapa	Linia aeriană *AB*	Linia aeriană *BC*	Linia aeriană *AD*	Linia DE		Curentul capacitiv total pe întreaga rețea de 60 kV galvanic interconectată
						aerian	aerian și cablu	
1	Lungimea liniei, în km	—	48,945	24,58	43,17	23,01		139,705
2	Curentul capacitiv de punere la pămînt, în A	Etapa inițială	5,03	9,37	8,54	4,51	—	27,45
		Etapa finală	5,03	9,37	8,54	—	74,6	97,54

Tabela de calcul al capacităţilor de serviciu directe, al capacităţilor homopolare şi al curenţilor capacitivi de punere la pământ

Nr. crt.		Notaţie prescurtată	Schiţa stîlpului / Tipul Stîlpului / Tronsonul de linie	Tip 1								Tip 2				
				AD_1	AD_2	AD_3	DE_1	DE_2	DE_3	AB_1	AB_2	AB_3	AB_4	BC_1	BC_2	BC_3
1	Numărul, secţiunea şi materialul conductoarelor active.			3×70Cu	3×70Cu	3×70 Cu	3×70 Cu	3×70Cu	3×70 Cu	3×70 Cu	3×70 Cu	3×70Cu	3×70Cu	3×95 OLALN	3×95 OLALN	3×95 OLALN
2	Numărul, secţiunea şi materialul conductoarelor de protecţie.			2×35OL		3×35OL	2×35OL		3×35OL	2×35OL			2×35OL	2×35OL		2×35OL
3	Distanţele între conductoarele active (în m.).	d_{12}		2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
		d_{23}		2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	2,3	3,25	3,25	3,25	3,25	3,25
		d_{13}		4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	4,6	6,5	6,5	6,5	6,5	6,5
4	Distanţa medie între conductoarele active (în m.).	d	$d = \sqrt[3]{d_{12} \times d_{23} \times d_{13}}$	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	2,89	4,09	4,09	4,09	4,09	4,09
5	Distanţa între conductoarele de protecţie (în m.).	d_{pq}		2,3		2,3	2,3		2,3	2,3			3,25	3,25		3,25
6	Distanţele între conductorul de protecţie p sau q şi conductoarele active (în m.).	d_{p1}		2,3		2,3	2,3		2,3	2,3			3,25	3,25		3,25
		d_{p2}		2,3		2,3	2,3		2,3	2,3			3,25	3,25		3,25
		d_{p3}		3,98		3,98	3,98		3,98	3,98			5,62	5,62		5,62
7	Distanţa medie între conductorul de protecţie p sau q şi conductoarele active (în m.).	d'_p	$Z = 1;\ d'_p = \sqrt[3]{d_{p1} \times d_{p2} \times d_{p3}}$ $Z = 2;$ $d'_p = \sqrt[6]{d_{p1} \times d_{p2} \times d_{p3} \times d_{q1} \times d_{q2} \times d_{q3}}$	2,76		2,76	2,76		2,76	2,76			3,88	3,88		3,88
8	Înălţimile punctelor de suspensie ale conductoarelor active faţă de pământ (în m.).	H_1		10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
		H_2		10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
		H_3		10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	10,2	11,8	11,8	11,8	11,8	11,8
9	Săgeata conductoarelor active şi de protecţie (în m.).	f		4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	4,0	5,0	5,0	5,0	0,0	5,0
10	Înălţimea faţă de pământ a conductoarelor active (în m).	h_1	$h_1 = H_1 - \frac{2}{3} f$	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5
		h_2	$h_2 = H_2 = \frac{2}{3} f$	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	8,5	8,5	8,5	v,5	8,5
		h_3	$h_3 = H_2 - \frac{2}{3} f$	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5

11	Înălțimea medie față de pământ a conductoarelor active (în m.).	h	$h = \sqrt{h_1 \times h_2 \times h_3}$	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	7,53	8,5	8,5	8,5	8,5	8,5	
12	Înălțimile punctelor de suspensie ale conductoarelor de protecție (în m.).	H_p , H_q		12,2		12,2	12,2		12,2	12,2			14,6	14,6		14,6	
13	Înălțimea conductoarelor de protecție față de pământ (în m.).	h_p, q	$h_p = H_p - \frac{2}{3} f$ $h_q = H_q - \frac{2}{3} f$	9,53		9,53	9,53		9,53	9,53			11,3	11,3		11,3	
14	Înălțimea medie a conductoarelor de protecție față de pământ (în m.).	h'_p	$Z = 2 ; h'_p = \sqrt{h_p \times h_q}$	9,53		9,53	9,53	9,53		9,53			11,3	11,3		11,3	
15	Raza conductoarelor active (în m.).	r		0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,0053	0,00375	0,0037	0,0053	0,0053	0,00695	0,00695	0,00695	
16	Raza conductoarelor de protecție (în m.).	r_p		0,0039		0,0039	0,0039		0,0039	0,0039			0,0039	0,0039		0,0039	
17	Coeficienți pentru calculul capacității față de pământ × 10^{11}	a_{11}	$a_{11} = 18 \times \ln\left(\frac{2h}{n}\right)$	143	143	143	143	143	143	149,5	149,5	145	145	140	140	140	
		a_{12}	$a_{12} = 9 \times \ln\left(\frac{4h^2}{d^2} + 1\right)$	29,95	29,95	29,95	29,95	29,95	29,95	29,95	29,95	26,1	26,1	26,1	26,1	26,1	
		a_{1p}	$a_{1p} = 9 \times \ln\left(\frac{4h \cdot hp}{d'^2_p} + 1\right)$	32,9		32,9	32,9		32,9	32,9			29,5	29,5		29,5	
		a_{pp}	$a_{pp} = 18 \times \ln\left(\frac{2hp}{rp}\right)$	152,5		152,5	152,5		152,5	152,5			155,7	155,7		155,7	
		a_{pq}	$a_{pq} = 9 \times \ln\left(\frac{4h^2p}{d^2_{pq}} + 1\right)$	38,2		38,2	38,2		38,2	38,2			35,1	35,1		35,1	
		a_p	$a_p = \frac{Za^2_{1p}}{a_{pp} + (z-1)a_{pq}}$	11,35		11,35	11,35		11,35	11,35			9,12	9,12		9,12	
18	Coeficienți pentru calculul capacității față de pământ a liniilor fără conductoare de protecție × 10^{11}	A_{11}	$A_{11} = a_{11}$		143			143			149,5	145			140		
		A_{12}	$A_{12} = a_{12}$		29,95			29,95			29,95	26,1			26,1		
19	Idem, cu conductoare de protecție × 10^{11}	A_{11}	$A_{11} = a_{11} - a_p$	131,65		131,65	131,65		131,65	138,15			135,88	130,88		130,88	
		A_{12}	$A_{12} = a_{12} - a_p$	18,60		18,60	18,60		18,60	18,60			16,98	16,98		16,98	
20	Capacitatea de serviciu (F/km și un conductor) × 10^{-9}	C_s	$C_s = \frac{10^5}{A_{11} - A_{12}}$	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,84	8,36	8,36	8,42	8,42	8,78	8,78	8,78	
21	Capacitatea față de pământ (homopolară) (F/km și un conductor) × 10^{-9}	C_p	$C_p = \frac{10^5}{A_{11} + 2A_{12}}$	5,92	4,93	5,92	5,92	4,93	5,92	5,7	4,77	5,07	5,89	6,07	5,21	6,07	
22	Curentul capacitiv (specific) de punere la pământ (A/km) ținînd seama și de coef. $k = 1{,}11$ (capacitatea aparatajului din stații).	I_{pos}	$I_{pos} = 3 \frac{U}{\sqrt{3}} \omega . k \, C_p . 10^{-6}$	0,225	0,187	0,225	0,225	0,187	0,225	0,217	0,181	0,193	0,223	0,230	0,198	0,230	
23	Lungimile tronsoanelor respective (în km).	l		9,36	31,2	2,61	3,28	17,63	2,1	3,0	18,82	24,8	2,325	2,325	19,58	2,675	
24	Curentul capacitiv de punere la pământ, pe tronsoane, în A.	I_{po}	$I_{po} = I_{pos} . l$	2,11	5,84	0,59	0,74	3,3*	0,47	0,65	3,41	4,79	0,52	0,535	3,88	0,615	

Observație : *) Deoarece în etapa finală 7 km din linia aeriană DE_2 se înlocuiesc cu cablu monofazat de 60 kV, curentul capacitiv de punere la pământ pe acest tronson crește de la 3,3A la 73,39 A.

Anexa nr. 3

Circulații de puteri active și reactive într-o zi de lucru de vară

Legenda: ← |MAXIM| 2 — j 2 | Circulație de puteri de 2 MW în sensul săgeții și de 1 MVA în sensul invers al săgeții.

Observații: 1. Variațiile sarcinilor de la vîrful (ipoteza maximă) la golul (ipoteza minimă) zilei de lucru s-au apreciat, pentru simplificare, a fi practic nule, circulațiile de puteri diferite provenind numai din schimbarea repartiției sarcinilor pe centrale. 2. Circulațiile de puteri s-au întocmit fără a ține seama de pierderile de putere activă și reactivă pe linii și de puterea reactivă generală de linii.

La nr. 24, curenții capacitivi de punere la pământ, pe tronsoane.

În calculele care vor urma s-au considerat următoarele etape de dezvoltare a rețelei:

Etapa inițială: rețeaua s-a dezvoltat la configurația indicată în schema electrică de principiu din anexa 1.

Etapa finală: Configurația rețelei indicată în schema electrică amintită rămîne valabilă, cu singura deosebire că pe tronsonul de linie $(D\not{E})_2$ care traversează un oraș important (cu aglomerări de clădiri și care este străbătut de un rîu important) s-a prevăzut introducerea liniei de 60 kV pe o lungime de 7 km în cablu monofazat subfluvial (curentul capacitiv de punere la pământ al cablului s-a considerat 10,2 A/km).

În tabela 2.1 s-au indicat, pe etape de dezvoltare a rețelei, curentul capacitiv de punere la pământ pe fiecare linie de 60 kV în parte, precum și curentul capacitiv total de punere la pământ pe întreaga rețea de 60 kV (galvanic interconectată).

2.2. *Determinarea reactanțelor sincrone ale generatoarelor.* După cum s-a indicat în studiul teoretic al calculului și explicării fenomenului de supratensiune prelungită (v. [1], paragr. III, pag. 27 și paragr. XVIII, pag. 88—89, ediția romînă), generatoarele intervin în calcul cu reactanța sincronă (de regim permanent).

Din lipsă de indicații a constructorilor asupra mărimii reactanței sincrone a generatoarelor, s-a apreciat această mărime din curbele în gol $E = f(i_e)$ și în scurtcircuit trifazat $I_{sc3} = f(i_e)$ ale generatoarelor. S-au găsit următoarele valori:

Pentru generatoarele din centrala termoelectrică A: $x_d = 185\ \%$.
Pentru generatoarele din centrala Diesel C: $x_d = 140\ \%$.
Pentru generatoarele din hidrocentrala D: $x_d = 100\ \%$.

2.3. *Determinarea circulațiilor de puteri active și reactive.* Circulațiile de puteri active și reactive în rețeaua de 60 kV arătată s-au întocmit în două situații de funcționare a rețelei și anume:

Ipoteza maximă: circulații de puteri corespunzătoare orei de vîrf activ de vară.

Ipoteza minimă: circulații de puteri corespunzătoare orei de gol, într-o zi de lucru de vară.

Ipotezele arătate au fost luate în considerație în calculele de mai jos, deoarece conduc la situația funcționării rețelei la un factor de putere ridicat (vîrful de sarcină în cadrul ipotezei maxime) sau, la cazul funcționării rețelei, la sarcini mici (ipoteza minimă), situații care, așa cum se va arăta mai jos, pot amplifica valoarea supratensiunilor prelungite în cazul punerii la pământ a rețelei.

Nu s-a ținut seama în aprecierea circulațiilor de puteri pe linii, de pierderile de putere

activă şi reactivă, precum şi de puterea reactivă generată de capacitatea liniilor de 60 kV.

Circulaţiile de puteri pe linii sînt indicate în anexa 3.

3. Determinarea valorilor supratensiunilor prelungite (staţionare) în diverse ipoteze de funcţionare a reţelei

3.1. *Metoda de calcul.* Justificarea prin calcul a posibilităţii apariţiei supratensiunilor prelungite s-a făcut în conformitate cu studiile amintite [1], [2], [3], [4].

Tensiunile pe fazele reţelei, la locul defectului, se calculează cu ajutorul componentelor simetrice.

Componenta directă a tensiunii pe fază la locul defectului în unităţi relative ($U_{fb} = 63$ kV) se calculează cu formula (v. [1] cap. 3):

$$U_{fd}^2 = \frac{1 + \sqrt{1 - K_1^2 \cdot K_2^2 \cdot \sin^2 2\,\delta}}{2K_1^2 \cos^2 \delta} \qquad (1)$$

unde: δ este unghiul dintre forţa electromotoare internă E (în spatele reactanţei sincrone) a generatorului echivalent şi tensiunea în punctul de consumaţie al reţelei.

K_1 şi K_2 sînt următorii coeficienţi:

$$K_1 = 1 - \frac{q}{Q_{total}} \qquad (2)$$

$$K_2 = \frac{P_2}{P_1} \leqslant 1 \qquad (3)$$

în care s-a notat cu:

- q — puterea capacitivă corespunzătoare admitanţei echivalente secvenţei inverse şi homopolare introdusă în schema de secvenţă directă pentru o tensiune $U = 1$;
- Q_{total} — puterea reactivă inductivă totală consumată de generatorul echivalent şi de sarcină pentru $U = 1$;
- P_1 — puterea activă a sarcinii înainte de apariţia defectului la pămînt:
- P_2 — puterea activă după apariţia defectului la pămînt şi deconectarea, eventual, a unor întreruptoare în reţea.

Trebuie menţionat că, în calculele care urmează se va considera termenul $K_2 = 1$, ceea ce conduce la cea mai mică valoare a lui U_d (ipoteză optimistă). În realitate, însă, valoarea efectivă a acestui coeficient este subunitară, ceea ce poate conduce la mărirea supratensiunii prelungite, după cum s-a remarcat de altfel şi în practica curentă de exploatare a reţelelor.

Componenta inversă a tensiunii pe fază la locul defectului, în unităţi relative, s-a considerat în conformitate cu lucrarea amintită ([1], paragr. VII) ca fiind dată de următoarea formulă simplă:

$$U_{fi*} = p \cdot \Delta U_{fd*} = 0{,}5\ (U_{fd*} - 1), \qquad (4)$$

Componenta homopolară a tensiunii pe fază, la locul defectului, este:

$$U_{fh*} = U_{fd*} + U_{fi*} \cdot \qquad (5)$$

Tensiunea fazei sănătoase S faţă de pămînt, la locul defectului, este egală cu tensiunea între fazele S şi R (R este pusă la pămînt) şi are valoarea:

$$U_{f*} = U_{fh*} - a^2\ U_{fd*} - a\ U_{fi*} \qquad (6)$$

unde, a este operatorul $1\underline{|120°} = e^{j120°}$.

Dacă $U_{fb} = \frac{63}{\sqrt{3}}$ kV este tensiunea de bază aleasă, atunci tensiunea fazei sănătoase S faţă de pămînt este la locul defectului:

$$U = U_{f*} \cdot U_{fb} = U_{f*} \cdot \frac{63}{\sqrt{3}}\ \text{kV} \qquad (7)$$

şi deci supratensiunea prelungită între faza sănătoasă S şi faza defectă R (pămîntul), în procente, este:

$$\Delta U\,\% = \frac{U - U_n}{U_n}\,100$$

unde $U_n = 60$ kV este tensiunea nominală (între faze) a reţelei. Se poate iniţial face observaţia că dacă termenul q creşte şi se apropie de Q_{total}, valoarea supratensiunii creşte şi ea (relaţiile 1 şi 2 de mai sus). De asemenea, cu cît generatoarele într-o funcţionare cu defect la pămînt sînt mai puţin încărcate, cu atît supratensiunea este mai mare (relaţiile 1 şi 3 de mai sus).

Din cele arătate rezultă că pericolul apariţiei supratensiunilor prelungite este *cu atît mai mare cu cît sînt mai mici sursele ce rămîn racordate izolat la reţea după apariţia defectului şi cu cît reţeaua pe care debitează aceste surse este mai întinsă.*

3.2 *Determinarea valorii supratensiunii prelungite în diverse ipoteze de funcţionare ale reţelei.*

3.2.1. Ipoteze de calcul. Ipotezele de calcul arătate, privind posibilitatea apariţiei fenomenului de supratensiune prelungită în reţeaua de 60 kV, au fost alese făcîndu-se pentru diverse variante următoarele ipoteze, considerate ca cele mai avantajoase apariţiei fenomenului:

a) Punerea la pămînt a unei faze a reţelei are loc într-un punct depărtat de sursele de producere a energiei. (În acest caz din formulele (1) şi (2) de mai sus se vede că δ şi q cresc şi deci supratensiunea U_{fd} creşte şi ea).

*) Mărimile notate la indice cu semnul * sînt mărimi exprimate în unităţi relative.

b) Declanşări de întreruptoare în reţea (simultane sau ulterioare apariţiei unei puneri la pământ de durată) care duc la separarea unor centrale de puteri relativ mici ($P_i < 6-8$ MW), alimentînd singure consumatorii pe linii foarte

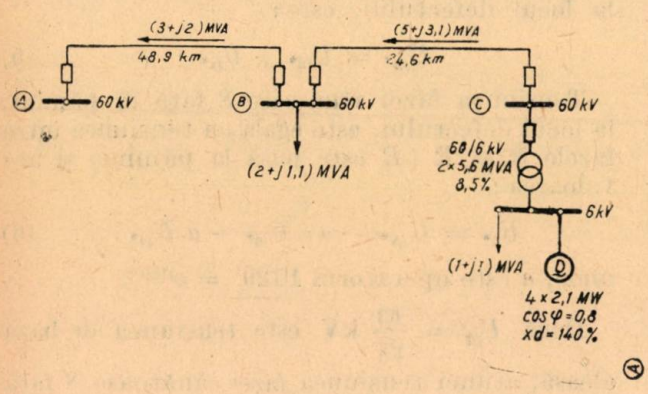


Fig. 1

lungi de transport (în acest caz se poate ca termenul K_1 indicat în formula (2) de mai sus să scadă foarte mult în urma apropierii valorii lui q de Q_{total} şi deci U_{fd} să crească).

c) Funcţionarea reţelei şi centralelor în regimuri de sarcină redusă şi la un factor de putere

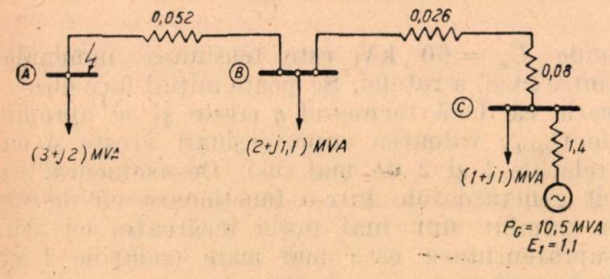


Fig. 2

ridicat, cum ar fi de exemplu în nopţile de vară. (În acest caz, termenul Q din formula (2) de mai sus scade şi deci U_{fd} creşte).

d) Luarea în consideraţie a dezvoltării reţelei în etapele următoare.

Cele arătate mai sus la punctul *a* creează posibilitatea apariţiei fenomenului de supratensiune prelungită; cele arătate mai sus la punctele *b*, *c* şi *d* pot amplifica fenomenul menţionat.

În tabela rezumativă din anexa 4 s-au prezentat rezultatele calculelor supratensiunii prelungite în mai multe ipoteze.

În cele de mai jos se va prezenta un exemplu de calcul al mărimii supratensiunii prelugite(rezumat în tabela din anexa 4) şi anume ipoteza 1 a. cu o centrală debitînd pe defect.

3.2.2. Calculul mărimii supratensiunii prelungite în ipoteza 1_a. În baza ipotezei de calcul 1_a, fixată în tabela rezumativă din anexa 4, rezultă schema echivalentă a defectului, arătată în fig. 1.

Calculînd reactanţele diverselor elemente ale schemei în unităţi relative raportate la puterea de bază $P_b = 10{,}5$ MVA (puterea totală a grupurilor din centrala *C*) şi tensiunea de bază $U_b = 63$ kV, se obţine schema echivalentă de calcul din fig. 2.

Pentru calculul supratensiunii (v. formula (1) de la parag. 3.1.) trebuie calculat unghiul δ dintre forţa electromotoare internă a generatorului echivalent şi tensiunea la locul defectului. Pentru aceasta, se reduce reţeaua la o schemă echivalentă cu un generator unic (v. [1], pag. 34—35). În acest scop, puterile reactive ale sarcinilor se transformă în reactanţe echivalente ţinînd seama de legea $Q = KU^2$. Se obţine astfel schema din fig. 3, în care se consideră pentru generatorul echivalent forţa electromotoare $E_1 = 1{,}1$ (în unităţi relative).

Reducerea schemei din fig. 3 se face prin combinarea reactanţelor corespunzătoare sarcinilor reactive cu reactanţa generatorului echivalent şi prin „aruncarea sarcinilor" active la capete, după legea momentelor.

Procedînd astfel şi ţinînd seama la fiecare treaptă a transformării schemei de noua forţă electromotoare echivalentă*) se obţine schema simplificată din fig. 4.

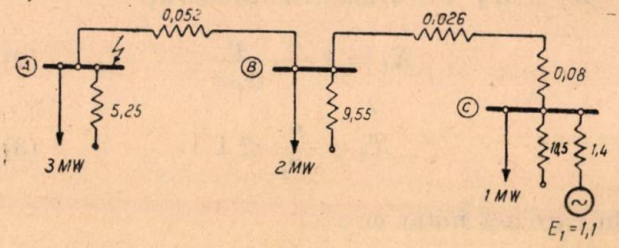


Fig. 3

Considerînd acum la locul defectului tensiunea $E_z = 1\underline{|0°}$, decalajul dintre forţa electromotoare în spatele reactanţei sincrone a genera-

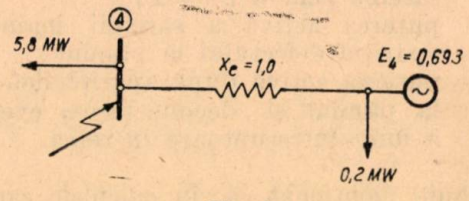


Fig. 4

*) Forţa electromotoare echivalentă se găseşte cu formula cunoscută :

$$E_{rez*} = \frac{E_{gen*} \cdot X_{sarc*} + E_{sarc*} \cdot X_{gen*}}{X_{sarc*} + X_{gen*}},$$

în care : $E_{sarc*} = 0$.

torului echivalent și locul defectului se calculează din relația :

$$\text{tg } \delta = \frac{|\Delta \overline{E}|}{|\overline{E}_z|} = \frac{I_* \cdot X_e}{E_z}, \text{ unde : } I_* = \frac{I}{I_b} =$$

$$= \frac{\frac{5{,}8}{\sqrt{3} \times 63}}{\frac{10{,}5}{\sqrt{3} \times 63}} = 0{,}553 \text{ și } X_{e*} = 1 \text{ (v. fig. 4)}$$

Rezultă :

$$\text{tg } \delta = \frac{0{,}553 \times 1}{1} = 0{,}553 \text{ și } \delta = 29°.$$

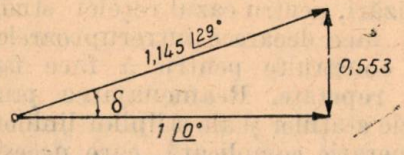


Fig. 5

Din diagrama vectorială reprezentată în fig. 5 rezultă valoarea corectă a forței electromotoare a generatorului echivalent :

$$E_* = \sqrt{1{,}0^2 + 0{,}553^2} = 1{,}145 \cdot$$

Calculul componentei directe a tensiunii între faza S și faza R (pusă la pământ) se face cu formula :

$$U^2_{fd*} = \frac{1 + \sqrt{1 - K_1^2 \sin^2 2\delta}}{2K_1^2 \cos^2 \delta}, \qquad (1')$$

adică formula (1) în care s-a considerat $K_2 = 1$.

Puterea reactivă consumată de generatorul echivalent este :

$$Q_{total} = \frac{U^2_*}{X_{e*}} \cdot P_b = \frac{1{,}0^2}{1{,}0} \cdot 10{,}5 = 10{,}5 \text{ Mvar},$$

iar puterea capacitivă a admitanței totale a liniei este :

$$q = \frac{I_{ctot}}{1000} \cdot U_{bf} = \frac{14{,}4}{1000} \cdot \frac{63}{\sqrt{3}} = 0{,}525 \text{ Mvar},$$

unde $I_{ctot} = 14{,}4$ A este curentul capacitiv de punere la pământ al liniei $A-B-C-$ (v. tabela 2.1.). Se găsește :

$$K_1 = 1 - \frac{q}{Q_{total}} = 1 - \frac{0{,}525}{10{,}5} = 0{,}95.$$

Înlocuind în formula (1), rezultă :

$$U^2_{fd*} = \frac{1 + \sqrt{1 - 0{,}95^2 \cdot 0{,}72}}{2 \cdot 0{,}95^2 \cdot 0{,}768} = 1{,}15 \text{ și } U_{fd*} = 1{,}07 \cdot$$

Componenta inversă se calculează cu formula (4)

$$U_{fi*} = p \cdot \Delta U_{fd*} = 0{,}5 \ (U_{fd*} - 1) =$$
$$= 0{,}5 \ \ (1{,}07 - 1) = 0{,}035,$$

iar cea homopolară cu formula (5) :

$$U_{fh*} = U_{fd*} + U_{fi*} = 1{,}07 + 0{,}035 = 1{,}105.$$

Din formula (6) rezultă tensiunea între faza S și faza R :

$$U_{f*} = 1{,}105 - (0{,}5 - \text{j } 0{,}866) \ 1{,}07 - (-0{,}5 + \text{j } 0{,}866) \ 0{,}035 = 1{,}658 + \text{j } 0{,}898,$$ iar modulul este :

$$|U_{f*}| = 1{,}89, \text{ adică în kV :}$$

$$U = U_{f*} \cdot U_{fb} = 1{,}89 \times \frac{63}{\sqrt{3}} = 68{,}7 \text{ kV}.$$

Supratensiunea prelungită între faza sănătoasă S și faza defectă R (pământul), în procente este :

$$U\,\% = \frac{U - U_n}{U_n} \cdot 100 = \frac{68{,}7 - 60}{100} = 14{,}5\,\%,$$

unde $U_n = 60$ kV este tensiunea nominală (între faze) a rețelei.

3.2.3. Tabela rezumativă de calcul al diverselor ipoteze de apariție a fenomenului de supratensiune prelungită. În tabela din anexa 4 s-au rezumat calculele efectuate în diverse ipoteze de apariție a fenomenului de supratensiune prelungită. Calculele pentru toate ipotezele s-au întocmit după modelul de calcul prezentat mai sus, la paragraful 3.2.1., atît pentru cazul schemei echivalente cu o centrală, cît și pentru cazul schemei echivalente cu două centrale.

După cum se vede, din această tabelă (v. rubrica Observații) s-au luat în general în considerare ipoteze care reprezintă situații posibile de funcționare a rețelei, nu mai două din cazurile prezentate apărînd ca mai puțin probabile.

4. Determinarea punctelor obligate de tratare a neutrului rețelei

În literatură se indică ([3], cap. 5 pag. 460) valorile maxime admisibile ale supratensiunilor prelungite (de durată) pentru liniile electrice aeriene. Astfel, considerînd tensiunea de încercare a transformatoarelor după GOST (normele sovietice), supratensiunea staționară admisibilă timp de 60 de minute se determină (B_3), pentru rețelele de 60 kV, a fi 2,16 U_f, în care U_f este tensiunea simplă (stelată) a rețelei. De asemenea, făcînd aceleași considerații, se găsește supratensiunea staționară admisibilă timp infinit de lung pentru rețelele de 60 kV egală cu 1,75 U_f.

Datorită faptului că rețeaua considerată în exemplul de calcul prezentat mai sus este o rețea veche, cu izolația îmbătrînită și cu dispozitive de reglaj al tensiunii pe neutrul transformatoarelor dimensionate pentru a suporta o supratensiune maximă de lungă durată, de 10% peste tensiunea compusă (nominală)

a rețelei, s-a convenit a se considera pentru alegerea soluției de tratare a neutrului, *ca supratensiuni permanente periculoase pentru rețea, valori mai mari de* 1,90 U_f.

Admițînd această valoare ca maximă și comparînd-o cu mărimile supratensiunilor staționare indicate în anexa 4, rezultă următoarele puncte obligate de tratare a neutrului rețelei studiate :

În *etapa inițială* a rețelei, în care tronsonul de linie DE funcționează integral ca linie aeriană, din ipotezele 1, 2, 3, 4, 5 și 6 studiate (v. anexa 4), rezultă necesitatea tratării neutrului transformatoarelor 60/6 kV din stația *C*, deoarece dintre toate ipotezele arătate numai în ipoteza 1 (*a* și *b*) valorile supratensiunilor staționare ce au fost calculate sînt egale sau depășesc limita mai sus fixată.

Ulterior, într-o etapă următoare de dezvoltare a rețelei, atunci cînd linia *DE* va fi parțial (7 km) trecută în cablu, se observă din valorile indicate pentru ipoteza 7 din anexa 4 că se va impune tratarea neutrului rețelei și în punctul *D*.

5. Alegerea soluției de tratare a neutrului în rețeaua de 60 kV

În urma calculelor efectuate, ținînd seama de valorile mari ale curenților capacitivi și de posibilitățile de apariție a supratensiunilor staționare, a rezultat necesitatea tratării neutrului rețelei de 60 kV.

Tratarea neutrului se poate face prin următoarele mijloace :

a) legarea directă la pămînt ;

b) legarea la pămînt prin rezistență ;

c) legarea la pămînt prin bobina de stingere.

1. *Legarea directă la pămînt.* Legarea directă la pămînt a neutrului rețelei este o soluție care se practică în rețelele cu tensiuni de la 60 kV în sus, rețele la care reducerea gradului de izolație are o importanță deosebită din punct de vedere economic. Adoptarea acestei soluții, în cazul nostru conduce la următoarele dezavantaje :

— Creșterea numărului anual de întreruperi datorită faptului că orice punere la pămînt este echivalentă cu un scurtcircuit monofazat, care produce deci deconectarea liniei.

— Creșterea influenței liniilor de transport de energie asupra liniilor de telecomunicații.

(Tabela 5.1)

Punctul de scurtcircuit	Scurtcircuit trifazat		Scurtcircuit monofazat	
	Putere MVA	Curent kA	Putere MVA	Curent kA
A	249	2,29	264	2,42
B	148	1,36	127	1,16
C	128	1,17	123	1,13
D	153	1,41	182	1,668
E	119	1,09	95	0,874

— Creșterea curenților de scurtcircuit în anumite puncte ale rețelei. Astfel, în cazul rețelei al cărei studiu se face, calculele de scurtcircuit au condus pentru situația actuală la următoarele valori ale puterii de scurtcircuit (tabela 5.1).

— Adaptarea protecției întregii rețele de 60 kV pentru a corespunde noii situații.

— Reamenajarea prizelor de pămînt din toate stațiile și a prizelor stîlpilor liniilor aeriene.

Din analiza dezavantajelor de mai sus se constată că adoptarea soluției de tratare a neutrului prin legarea directă la pămînt conduce la necesitatea introducerii reanclanșării automate mono sau trifazate. Introducerea acestei automatizări, pentru cazul rețelei studiate, nu se poate face deoarece întreruptoarele rețelei nu sînt construite pentru a face față unor manevre repetate. Reamenajarea prizelor de pămînt ale stațiilor și ale stîlpilor liniilor aeriene este o operație complicată, care necesită mult material feros și investiții importante.

De asemenea, această soluție nu este recomandată în cazul unei regiuni cu zile multe de perturbații atmosferice în cursul anului, cum este cazul regiunii în care s-a considerat rețeaua situată.

Din motivele arătate mai sus, care ar trebui justificate de la caz la caz, și prin calcule amănunțite tehnico-economice, soluția legării directe la pămînt a neutrului rețelei de 60 kV a fost părăsită.

2. *Legarea la pămînt prin rezistență.* Legarea la pămînt a neutrului prin rezistență ohmică este greu de realizat, deoarece conduce la multe dezavantaje asemănătoare cu cele de la tratarea neutrului prin legarea directă la pămînt. Acest mod de tratare a neutrului nu conduce efectiv la reducerea curentului de scurtcircuit monofazat și necesită prize de punere la pămînt, în stații și la stîlpii liniilor aeriene, foarte costisitoare. Un mare dezavantaj al acestei soluții este și greutatea construcției unei rezistențe de legare la pămînt cu capacitate termică suficientă pentru a evacua căldura ce se produce la traversarea rezistenței de către curentul de scurtcircuit monofazat.

În privința supratensiunilor ce pot apare pe fazele sănătoase, teoria arată că în cazul tratării neutrului cu rezistență (incorect dimensionată) pot apare supratensiuni pe fazele sănătoase de ordinul 1,8 E_{nom} (vezi [8]).

Din motivele arătate, și această soluție de tratare a neutrului a fost abandonată.

3. *Legarea la pămînt prin bobină de stingere.* Acest mod de tratare a neutrului reprezintă soluția cea mai indicată pentru cazul rețelei de 60 kV studiată, deoarece necesită instalații simple și în ansamblu este cea mai economică. Bobinele de stingere montate în această soluție pe neutrul transformatoarelor sînt construite cu fier magnetic.

Alegerea caracteristicilor şi funcţionarea bobinelor de stingere este indicată în literatura tehnică [10].

Valoarea practică a acestei soluţii de tratare a neutrului constă în faptul că reţeaua respectivă, care a fost prevăzută cu bobină de reactanţă pe neutrul ei, poate să stingă arcul care apare în urma unei puneri la pămînt şi să permită funcţionarea temporară a reţelei cu un defect la pămînt, fără a se întrerupe serviciul şi fără ca acest defect să fie simţit de consumatori.

Există două posibilităţi de realizare a acestui fel de tratare a neutrului :

1) legarea la pămînt prin reactanţă acordată ;

2) legarea la pămînt prin reactanţă supraacordată (cu valori nu prea mari pentru a permite stingerea arcului în condiţii totuşi bune).

Legarea la pămînt prin reactanţă acordată cu capacitatea reţelei este o soluţie care conduce la un curent de scurtcircuit în defect foarte mic. Construcţia acestei bobine este greu de realizat însă, din cauză că necesită dispozitive speciale automate de reglare a acordului sub tensiune.

Legarea la pămînt prin reactanţă supraacordată este soluţia care s-a ales principial în R.P.R. pentru reţelele de 35 kV şi care se pare că este şi cea mai corespunzătoare pentru reţelele aeriene de 60 kV.

Bobina de stingere se realizează cu o reactanţă supraacordată, de obicei între 15 şi 25%, pentru reţelele fără disimetrii mari.

Tratarea neutrului astfel făcută face să circule întotdeauna prin defect un curent inductiv.

Bobinele de stingere cu reactanţă supraacordată se pot realiza în construcţii simple, cu prize de reglaj mergînd pînă la ±25%, reglajul făcîndu-se fără tensiune la bornele bobinei (bobina deconectată).

Avantajul acestor bobine este că ele „suflă" (sting) majoritatea arcurilor la pămînt (scurtcircuite monofazate) şi, în plus, scad la valori foarte mici curenţii de scurtcircuit monofazat.

Astfel, în cazul tratării neutrului cu bobina de stingere, curenţii din defect devin mai mici chiar decît valorile corespunzătoare ale curenţilor, în cazul netratării neutrului. Prin aceasta şi efectele termice, precum şi avariile la locul defectului, sînt înlăturate.

Ţinînd seama de avantajele enumerate, s-a adoptat *soluţia legării neutrului la pămînt prin bobină de reactanţă supraacordată*, în punctele arătate mai sus, la cap. 4.

Concluzii

Din cele prezentate mai sus se pot trage următoarele concluzii :

a) Calculele prezentate dau posibilitatea de a se determina momentul şi punctele reţelei în care neutrul trebuie în mod obligatoriu tratat, pentru a se evita apariţia fenomenului de supratensiune prelungită.

Dezvoltarea în cursul anilor a reţelelor funcţionînd cu neutrul izolat poate să conducă, începînd de la o anumită întindere, la apariţia fenomenului de supratensiune prelungită la punerea unei faze a reţelei la pămînt. Pe calea expusă există posibilitatea de a se controla, o dată cu fiecare extindere nouă a reţelei, dacă reţeaua mai poate sau nu rămîne cu neutrul izolat.

Asupra modului de tratare a neutrului (a criteriilor ce se iau în considerare la alegerea tipului de tratare) rămîn valabile toate concluziile din literatura tehnică de specialitate, aici verificîndu-se în plus dacă locul unde se tratează neutrul e bine sau nu ales.

b) Condiţiile speciale care favorizează apariţia şi amplifică fenomenul de supratensiune prelungită sînt :

— Funcţionarea reţelei la sarcină mică activă (golul de noapte al zilelor de lucru, serile zilelor de sărbătoare) cu grupuri puţine, slab încărcate.

— Funcţionarea reţelei la un factor de putere bun, natural, al consumatorilor (orele de seară, de sărbătoare) sau la un factor de putere bun artificial (compensat în special cu condensatoare statice), adică la o sarcină reactivă a consumatorului redusă.

— Valorile mari ale curentului capacitiv total de punere la pămînt al reţelei.

— Funcţionarea generatoarelor în regim nesaturat (pe porţiunea liniară a curbei de magnetizare) măreşte reactanţa sincronă a maşinilor sincrone şi deci amplifică fenomenul.

— Descărcarea bruscă a reţelei de sarcină activă conduce la mărirea supratensiunii prin micşorarea coeficientului K_2 (1).

c) În general, pericolul apariţiei fenomenului de supratensiune prelungită trebuie luat în considerare la reţelele aeriene cu neutrul izolat (sau care au posibilitatea în exploatare să rămînă cu neutrul izolat) de tensiune egală sau mai mare de 60 kV. Practica exploatărilor de reţele a dovedit că funcţionarea reţelelor de tensiune nominală 60 kV sau mai mare, cu neutrul izolat, nu este de obicei posibilă datorită supratensiunilor ce apar în reţea.

Această concluzie practică este explicată teoretic, pentru aceste reţele, prin mărirea puterii pe secvenţa homopolară (sau a curentului capacitiv de punere la pămînt), care ajunge comparabilă cu puterea pe secvenţa directă în cazul funcţionării în reţea a unui număr mic de generatoare de puteri reduse.

În reţelele cu tensiuni nominale mai mici de 60 kV (35, 25, 15 şi chiar 6 kV) cu neutrul izolat, unde în mod obişnuit nu există pericolul apariţiei supratensiunilor prelungite, prezenţa cablurilor (elemente de reţea cu un curent capacitiv mare de punere la pămînt), poate

schimba caracterul rețelei și aduce și aici pericolul apariției supratensiunilor prelungite.

d) Trebuie dată o atenție deosebită la interconectarea centralelor mici (puterea instalată mai mică de 5 MW) cu rețele puternice. Se vor căuta scheme electrice care să nu permită, în anumite situații de avarie, legarea unor sisteme electrice importante la barele unor centrale de putere mică (ca cele arătate), prin intermediul unor porțiuni de rețele cu neutru izolat.

e) Valorile supratensiunilor prelungite deduse pe această cale trebuie considerate ca valori minime, deoarece în rețelele reale există posibilități de anplificare a acestor valori și anume :

Dacă ne apropiem de rezonanță pe secvența directă (ținînd seama de reacția indusului la aprecierea reactanței echivalente a generatoarelor), este posibil ca, simultan, să ne apropiem cu frecvența proprie a rețelei (în care reactanța generatoarelor a fost apreciată pe baza reactanței de scăpări) de frecvența armonicii 3 a rețelei. În aceste condiții, în ipoteza că ar exista în rețea armonici de ordinul 3, produse de generatoare cu poli aparenți sau de aparate deformante (redresoare, bobine cu fier mult etc.), vor apare condiții de rezonanță pe această frecvență, care ar amplifica supratensiunea prelungită pe frecvența de bază.

De asemenea, ipoteza făcută (la deducerea formulei de mai sus) asupra legii de variație a puterii active $Q = KU^2$ nu prezintă cazul cel mai defavorabil. Există posibilități reale ca în rețele să apară legi de variație a lui Q, care să conducă la valori sporite ale supratensiunilor prelungite în raport cu cele date în calculele de față .

Bibliografie

[1] Dimo P. : *Cauza supratensiunilor „prelungite" în rețelele cu neutrul izolat.* Studii și Cercetări de Energetică, anul III (1953) pag. 15—95.

[2] Manea F. :. *Verificarea prin calcul a supratensiunii prelungite posibile, în ipoteza rezonanței pentru rețelele cu neutrul izolat.* Studii și Cercetări de Energetică anul III (1953,) pag. 97—125.

]3] Dimo P., Arie E., Manea F., Ionescu S. : *Verificări experimentale și precizări în problema supratensiunilor prelungite constatate, la rețelele de înaltă tensiune cu neutrul izolat.* Studii și Cercetări de Energetică, anul V, nr. 3—4 (1955), T. 435—465.

[4] Dimo .P. : *Cauza supratensiunilor prelungite în rețelele cu neutrul izolat.* Revista Energetica, (1953) nr. 11, p. 26—31.

[5] Manea F. : *Exemplu de calcul al supratensiunii prelungite.* Revista Energetica, (1953), nr. 11 pag. 31—32.

[6] Dimo P. : *Cauza supratensiunilor prelungite în rețelele de curent alternativ cu neutrul izolat și concluzii asupra modului de tratare a neutrului.* Energie-Technik nr. 5 (1956), pag. 209—212.

[7] Dimo P. : *Autoexcitația alternatoarelor, cauză de naștere a supratensiunilor în rețelele de înaltă tensiune cu neutrul izolat.* Revue d'Electrotechnique et d'Energetique (Editure de l'Academie de la Republique Populaire Roumaine). Tom. 1, (1956), nr. 1, pag. 89—97.

[8] * * * Colectivul de Electroenergetică al Institutului de Energetică al Academiei : *Legarea neutrului la pămînt la rețelele de înaltă tensiune.* Studii și Cercetări de Energetică. Tom. 1, nr. 3—4 (1951) pag. 161—202. Editura Academiei Republicii Populare Romîne.

[9] * * * Raportul Comitetului AIEE pe anul 1953 : *Îndreptar practic privind metodele de tratare a neutrului rețelelor de transmisie a energiei electrice* Transaction AIEE, vol. 72, pag. 664 — 666. Tom. 1, (1956), nr. 1 p. 89—97.

[8] * * * *Colectivul de electroenergetică al Institutului de Energetică al Academiei : Legea neutrului la pămînt, la rețelele de înaltă tensiune.* Studii și Cercetări de Energetică. Tom. 1, nr. 3—4 anul (1951) pag. 161—202. Editura Academiei Republicii Populare Romîne.

[9] * * * *Raportul Comitetului AIEE pe anul 1953 : Îndreptar practic privind metodele de tratare a neutrului rețelelor de transmisie a energiei electrice* Transaction AIEE, vol. 72, pag. 664—666.

[10] Groza L. : Alegerea caracteristicilor și funcționarea bobinelor de stingere. Revista Energetica, nr. 2. (1956).

[11] * * * *Raportul Comitetului AIEE pe anul 1953 : Îndreptar practic pentru bobinele de stingere și pentru tratarea neutrului rețelelor de transmisie a energiei electrice,* AIEE, nr. 954, oct. (1954).

[12] Brener G. D., Johnson I. B., Lyon S. V., : *Punerea la pămînt a rețelelor de transmisie de medie tensiune.* AIEE nr. 954, oct. 1954.

[13] Dimo P. :. *Supratensiunile staționare în rețelele de transport de energie cu neutrul izolat.* Tratarea neutrului Révue Generale de l'Electricité , (1951)7, nr. 6, pag. 297—307.

A X-a sesiune anuală a Asociaţiei Electricienilor Polonezi (S.E.P.) la Katowice (13—15 septembrie 1957)

*GEORGE PANAITESCU**) — Bucureşti

1. Organizarea şi scopul Asociaţiei Electricienilor Polonezi

În Republica Populară Polonă, inginerii şi tehnicienii sînt organizaţi în 16 asociaţii, pe specialităţi. Aceste asociaţii deleagă un anumit număr de membri în Consiliul Central al Organizaţiei Superioare Tehnice (NOT-NACZELNA ORGANIZACJA TECHNICZNA), organ de coordonare în problemele de interes comun al acestor asociaţii. Numărul total al membrilor cuprinşi în aceste asociaţii în 1956 era de peste 190000.

Asociaţiile sînt conduse de comitete alese de adunările generale. Astfel, Asociaţia Electricienilor Polonezi (STOWARZYSZENIE ELEKTRYKOW POLSKICH, prescurtat SEP), înfiinţată în anul 1919, este condusă de un comitet central ales o dată la doi ani, cu sediul la Varşovia compus din:

1 preşedinte, 3 vicepreşedinţi, 12 membri şi 1 secretar general

Pe lîngă administraţia centrală SEP, se află organizate şi secţii de specialitate, ca:

— energetică,
— instalaţii electrice,
— telecomunicaţii.

Sînt în fază de organizare secţii pentru industria electrotehnică şi pentru electrotehnică marină.

În cadrul Asociaţiei pentru problemele importante, funcţionează comisii şi comitete permanente, compuse din cei mai buni specialişti.

Asociaţiile au filiale în principalele oraşe, unde în general, într-o aceeaşi clădire denumită „Casa Tehnicianului", se găsesc sediile filialelor asociaţiilor şi al organului coordonator local. În aceste Case ale Tehnicianului se găsesc în mod curent organizate biblioteci, cluburi şi chiar restaurante.

Atît NOT cît şi asociaţiile de specialitate, editează un număr mare de reviste tehnice. Astfel, SEP editează în prezent 6 reviste tehnice:

Przeglad Elecktrotechniczny (*Revista Electrotehnică*) de nivel superior.

Wiadomosci elektrotechnizne (*Noutăţi electrotehnice*) de nivel mediu.

Energetyka (*Energetica*) de nivel superior.

Energetika Przemyslowa (*Energetica industrială*) de nivel mediu-superior.

Przeglad Telekomunikacyjny (*Revista Telecomunicaţii*) nivel superior

Tele-Radio (*Tele-Radio*) de nivel mediu.

Atît Organizaţia NOT, cît şi organizaţiile de specialitate organizează prelegeri, conferinţe, cursuri de ridicarea nivelului profesional, excursii etc.

Anual, NOT editează şi cîte o agendă tehnică în care, în afară de tabele şi formule uzuale necesare, cuprinde şi date statistice privind, atît economia naţională, cît şi economia altor ţări.

În afară de aceste activităţi, la Varşovia, într-o aripă a Palatului Culturii, este organizat de către NOT un muzeu tehnic, care cuprinde secţii pentru diferite ramuri industriale (transporturi, extracţie minieră, siderurgie, energetică, aviaţie etc.). Fiecare asociaţie este preocupată de înzestrarea şi completarea standurilor de specialitate respectivă, din muzeu.

2. Desfăşurarea lucrărilor sesiunii anuale a electricienilor

A X-a sesiune anuală a Asociaţiei Electricienilor Polonezi (SEP), s-a ţinut la Katowice*).

La invitaţia Asociaţiei, Consiliul Central A.S.I.T. a delegat pe ing. G. Panaitescu, preşedintele Secţiei energetică şi electrotehnică a filialei regionale A.S.I.T. Bucureşti, de a participa la lucrările sesiunii.

Sesiunile anuale, conform hotărîrilor luate anterior, au loc de fiecare dată în alt oraş, astfel cea de-a IX-a sesiune a avut loc la Cracovia, în 1956, iar a XI-a sesiune va avea loc în 1958, la Gdansk.

Programul sesiunii, care s-a ţinut între 13 şi 15 septembrie a.c., prevedea:

a) *Probleme organizatorice*:

— programul de activitate în viitor al Asociaţiei;
— raportul de activitate al secretariatului general SEP pentru perioada oct. 1956—sept. 1957;
— rapoartele de activitate ale secţiilor, comitetelor şi comisiilor permanente.
— raportul comisiei de revizie;
— adoptarea noului proiect de statut;
— alegerea noilor organe de conducere SEP.

b) *Probleme cu caracter tehnico-profesional*:

Prezentarea a trei referate tehnice de specialitate şi anume:

— *„Instalaţiile electrice în exploatările miniere"*, referent: docent ing. V. Gluzinski.
— *„Dezvoltarea energeticii în Polonia pe bază de cărbune brun"*, referent: ing. W. Fiszer.

---

*) Inginer, Comitetul de Stat al Planificării, preşedintele Secţiei energetică — electrotehnică a filialei regionale ASIT Bucureşti.

*) Katowice are o populaţie de aproape 200 000 locuitori şi este reşedinţa voivodatului cu acelaşi nume, o regiune deosebit de industrială, în care se produce 93% din producţia de cărbuni a ţării, 30% din producţia construcţiilor de maşini şi aproape 60% din producţia de energie electrică.

— *„Sistemul Grossbar în telefonia din Polonia"*, referent: prof. H. Smigielski.

c) *Probleme de informare tehnică şi documentare socială şi culturală.*

Organizarea de vizite la diferite întreprinderi, uzine şi instituţii, dintre care sînt de menţionat:

— la mina de cărbuni Szombierki;

— la hidrocentrala Porabka-Talsporre;

— la Observatorul astronomic şi Planetar din Katowice, precum şi la

— fostul lagăr de concentrare de la Auschwitz (Oswiecim).

Lucrările sesiunii anuale s-au desfăşurat la Katowice, în sala teatrului din Palatul Tineretului, din str. Mikolovska, 26.

La această sesiune, dintre delegaţii străini, care au fost invitaţi, au participat cîte un delegat din U.R.S.S. (ing. Paluskin Konstantin Piotrovic, din Leningrad), R.P.F. Iugoslavia (ing Slavko Zajec din Ljubljana); R.P.R. (ing. George Panaitescu din Bucureşti) şi doi ingineri din Franţa (ing. P. Jammes şi ing. M. L. Domenach din Lyon). Din partea celor invitaţi din R. Cehoslovacă şi R.P. Ungară, care nu au putut participa, s-au primit telegrame de salut.

Numărul inginerilor şi tehnicienilor electricieni care au participat la lucrări se ridică la circa 400, reprezentînd pe cei aproape 13 000 membri, cuprinşi în cele 26 filiale şi 416 cercuri din întreprinderi şi instituţii.

Sala de şedinţe era pavoazată, iar în foaierul teatrului se aflau organizate două standuri cu cărţi tehnice de specialitate.

2.1. Prima zi a lucrăriior sesiunii (13 sept. 1957). Lucrările sesiunii au început prin alegerea unui prezidiu, după care, preşedintele prezidiului, ing. T. Skarzynski a dat cuvîntul de salut următorilor:

— reprezentanţilor Ministerului Minelor şi Energeticii, Ministerului Telecomunicaţiilor şi Ministerului Construcţiilor;

— preşedintelui Comitetului polonez de normalizare;

— reprezentantului Academiei de Ştiinţe Poloneze;

— reprezentantului Consiliului Central NOT şi

— delegaţilor străini.

Din partea Consiliului Central A.S.I.T. şi a electricienilor romîni, ing. G. Panaitescu a adus un călduros salut electricienilor din Polonia, cu ocazia celei de a X-a sesiuni anuale, a oferit o colecţie de reviste şi cărţi tehnice romîneşti de specialitate, făcînd totodată şi o invitaţie pentru ca o delegaţie poloneză să participe la lucrările Conferinţei Electricienilor din R.P.R. ce s-a organizat de către Secţia de energetică şi electrotehnică a Consiliului Central A.S.I.T. în cursul lunii noiembrie 1957, la Bucureşti *).

*) Delegaţia polonă la Conferinţa Electricienilor, ce s-a ţinut între 11 şi 14 noiembrie la Bucureşti, a fost compusă din: ing. Z. Karasinski, secretar general SEP şi ing. T. Skarzynski, preşedintele filialei SEP din Varşovia.

După aceasta, au urmat propunerile şi s-au ales membrii comisiilor de candidatură, de rezoluţie şi de redactare a statutului. Totodată, în cadrul aceleiaşi şedinţe, s-a proclamat un membru de onoare al Asociaţiei şi s-au împărţit distincţii şi cadouri activiştilor, evidenţiaţi pentru munca depusă în cadrul Asociaţiei.

Din raportul secretarului general asupra activităţii Asociaţiei, reiese că preocuparea de căpetenie în cursul ultimului an a fost aducerea la îndeplinire a hotărîrilor sesiunii a IX-a a delegaţilor SEP şi pregătirile în vederea celui de-al III-lea Congres al inginerilor şi tehnicienilor, ţinut în luna februarie 1957.

Din celelalte rapoarte prezentate, sînt de reţinut următoarele:

Din punct de vedere organizatoric, s-a urmărit reactivarea vieţii asociaţiei, întocmindu-se şi proiectul unui nou statut care, a fost redactat, spre a fi supus aprobării celei de-a X-a sesiuni a electricienilor polonezi.

Asociaţia a colaborat cu Ministerul Industriei Grele în problema îmbunătăţirii calităţii produselor. Astfel, s-a înfiinţat un birou al „mărcilor de calitate SEP", care a început să funcţioneze. În viitor, în urma discuţiilor purtate cu Ministerul Comerţului Interior, se prevede extinderea activităţii şi la alte ramuri de producţie, cum ar fi asupra producţiei cooperatiste şi particulare, precum şi asupra altor domenii. Deocamdată, controalele şi verificările se fac în laboratoarele Institutului Electrotehnic al Ministerului Industriei Grele şi ale Institutului Politehnic. După acumularea de fonduri necesare urmează ca SEP să-şi organizeze laboratoare proprii de încercări şi probe pentru acordarea „mărcii de calitate".

Activitatea editorială a fost mai redusă, deoarece în afară de editarea revistelor periodice, s-a rezumat la apariţia prescripţiilor pentru ajutorul în caz de electrocutare (30 000 exemplare), la broşuri referitoare la protecţia muncii în industrie şi la editarea de placarde şi instrucţiuni privind tehnica securităţii.

Activitatea privind excursiile în străinătate a fost foarte redusă şi se prevede a se îmbunătăţi în viitor.

O altă activitate care a fost sistată timp de 6 ani, din lipsă de fonduri, a fost aceea a comisiei pentru lexiconul electrotehnic. Comisia şi-a reluat activitatea în anul 1957 şi pentru toamna anului 1958 se prevede apariţia unei lucrări cu 2 000 termeni tehnici, din domeniul telecomunicaţii.

În viitor, se prevede organizarea de către SEP de comisii de experţi care să fie recomandate organizaţiilor şi întreprinderilor ce solicită anumite lucrări tehnice. Sînt în discuţie, încă, diferitele aspecte financiare ale acestei acţiuni.

În conformitate cu hotărîrile sesiunii a IX-a s-au luat măsuri pentru colaborarea SEP, din nou, la lucrările de standardizare şi normalizare.

În sectorul energetic s-au organizat consfătuiri pentru îmbunătățirea calității aparatajului de joasă și înaltă tensiune, s-a organizat o consfătuire privind organizarea sectorului energetic în Polonia, precum și prelegeri (conferințe) cu teme din energetica unor țări străine.

Pentru anul 1958 se pregătește un congres privind probleme de electroenergetică, organizat de Academia de Științe din R.P. Polonă în colaborare cu SEP.

Activitatea de bază SEP, cum sînt : cursurile și conferințele tehnice, a fost destul de importantă. Astfel, în ultimul an s-au organizat :

60 cursuri pe secții ;
365 cursuri pe cercuri ;
656 prelegeri (conferințe) pe secții și în cercuri.

Este de remarcat cursul pentru gospodărie termică și electrică, curs organizat pentru energeticii industriei și la care s-au înscris un număr important de cursanți. Cursul este fără frecvență și are o durată de peste un an. Pentru pregătirea cursanților (peste 1000) sînt organizate în Polonia 12 centre de consultații.

De asemenea, este de relevat activitatea comisiei pentru energia eoliană, care a creat o stație de cercetare și demonstrații.

SEP colaborează, în general, cu ministerele și departamentele de resort, iar acestea, la rîndul lor, ajută efectiv acțiunile SEP. De asemenea, colaborează cu organizațiile sindicale în problemele sociale.

În ceea ce privește activitatea cercurilor din întreprinderi, rezultă că acestea, în general, nu au avut o activitate satisfăcătoare și totodată colaborarea cercurilor cu cabinetele tehnice a fost foarte slabă.

Situația încasărilor cotizațiilor a fost declarată ca nesatisfăcătoare, propunîndu-se excluderea din asociație a membrilor care nu-și achită la termen cotizația către asociație. Pentru îmbunătățirea situației financiare s-a urmărit posibilitatea de reactualizare a participării instituțiilor și întreprinderilor ca membri colectivi ai asociației.

Este de menționat că numărul membrilor în anul 1957 este mai mic cu circa 11% decît în anul 1956, datorită faptului că s-a procedat la radierea membrilor care de un timp îndelungat nu și-au mai plătit cotizațiile. Paralel cu această acțiune s-a propus și desființarea cercurilor lipsite de activitate.

În materie financiară se propune o oarecare independență a filialelor și totodată s-a pus în discuție majorarea cotizațiilor, pentru a putea ca eventual să nu se mai facă apel la bugetul statului.

Ca o concluzie generală a rapoartelor, se desprinde faptul că activitatea asociației a fost mult îmbunătățită după octombrie 1956, cînd colaborarea între SEP și NOT a devenit mult mai rodnică în urma schimbărilor ce au avut loc în conducerea NOT.

După citirea rapoartelor, președintele SEP a prezentat un program cu deziderate de viitor, program care s-a supus dezbaterilor generale. La discuții au luat parte un număr mare de delegați propunînd completarea acestui program.

Terminîndu-se discuțiile, prin aprobarea delegaților, s-a dat descărcare vechiului comitet.

În ședința de după amiază, au urmat :

— prezentarea proiectului de Statut modificat ;

— propunerile pentru noul comitet al administrației centrale SEP.

După prezentarea propunerilor de candidați și aprobării listei de sesiune, a fost adoptat și Statutul.

La sfîrșit, s-a trecut la alegerea prin vot secret a noilor membri ai comitetului central SEP.

Menționăm că președintele prof. Kazimierz Kolbinski a fost reales, ocupînd aceeași funcțiune și în cadrul noului comitet. Secretar general al Asociației a rămas în continuare ing. Z. Karasinski*).

Seara a fost organizată o masă comună la Casa Tehnicianului din Katowice, cu care ocazie s-a toastat pentru participanți și asociație.

2.2. Ziua a doua (14 sept. 1957). În cadrul ședinței, au avut loc :

— prezentarea celor trei referate tehnice, ale căror titluri au fost arătate mai sus și care au fost foarte interesante prin problemele tratate ;

— darea rezultatului alegerilor pentru noul comitet ;

— citirea rezoluției sesiunii, care a fost aprobată în unanimitate de delegații prezenți.

După epuizarea ordinei de zi, președintele SEP, prof. K. Kolbinski, a rostit cuvîntul de închidere a dezbaterilor celei de-a X-a sesiuni anuale SEP, anunțînd totodată și programul de vizite organizate pentru participanți.

Din desfășurarea sesiunii s-a desprins concluzia că Asociația Electricienilor Polonezi, s-a străduit să ducă o muncă susținută pentru rezolvarea problemelor economiei naționale.

Totodată, din rezoluția aprobată se poate constata dorința pentru promovarea tehnicii noi, pentru îmbunătățirea calității produselor și ridicarea nivelului tehnico-profesional al electricienilor polonezi.

În cadrul programului sesiunii, pentru documentarea inginerilor și tehnicienilor electricieni participanți la sesiune, s-au organizat și cîteva excursii atît cu caracter profesional, tehnic cît și cu caracter recreativ, cultural și social. Dintre acestea, menționăm :

Vizitarea întreprinderii miniere de la Szombierki, la circa 40 km de Katowice.

Această întreprindere minieră a început exploatarea de 70 ani și are o producție zilnică de 6 000 t huilă. Mina a ajuns cu exploatarea la o adîncime de peste 500 m. Grupul de vizitatori a fost introdus în orizontul de la cota — 340 m, unde au început deschideri noi de exploatare, sub oraș, ceea ce reprezintă una dintre noile

*) În urma decesului survenit în luna ianuarie 1958, noul secretar general al SEP este ing. T. Skarzynski.

probleme pe care şi le-au pus pentru rezolvare tehnicienii mineri polonezi.

După vizitarea minei şi a instalaţiilor electrice interioare, s-au vizitat instalaţiile electrice pentru extracţie şi camera de comandă a ascensoarelor. Instalaţia cuprinde două grupuri Leonard a 2 400 kW fiecare, la tensiunea de 600 V.

Viteza ascensoarelor folosite pentru extracţie este de 8 m/s pentru oameni şi 16—18 m/s pentru vagonete.

2.3. **Ziua a treia (15 sept. 1957).** S-a organizat o vizită la centrala hidroelectrică de la Porabka (Talsporre), care are o putere instalată de 12 500 kW (două turbine Kaplan de 6 000 kW şi o turbină Kaplan a 500 kW pentru serviciile auxiliare). Caracteristicile turbinelor mari sînt: $H = 17{,}1$ m, $n = 250$ t/min, $Q = 30$ m³/s.

Centrala are o staţie de transformare în aer liber, compusă din două transformatoare de 6,3/30 kW, a 8 000 kWA (instalaţie bloc). Instalaţiile electrice sînt produse ale firmei Siemens.

În aceeaşi zi, pentru toţi participanţii s-a organizat şi o excursie la fostul lagăr de concentrare de la Auschwitz (Oswiecim), unde au fost ucişi în timpul celui de-al doilea război mondial patru milioane de oameni.

După închiderea oficială a sesiunii, în cadrul acţiunii de documentare tehnică, în ziua de 16 sept. 1957, s-a prezentat de către ing. M. L. Domenach şi ing. Jammes P (Franţa) o conferinţă referitoare la *„Industria cablurilor izolate pentru forţă şi telecomunicaţii, din Franţa"*. Conferinţa a fost urmată şi de un film documentar, în legătură cu subiectul tratat.

3 Excursii şi vizite speciale pentru delegaţii străini

3.1. **Cu caracter tehnico-profesional.** În afara programului arătat mai sus s-au organizat pentru delegaţii străini şi vizite speciale:

— Astfel, *s-a vizitat centrala termoelectrică*, în curs de montaj de la Blachownia, la circa 40 km de Katowice.

Termocentrala utilizează praf de cărbune de 4 600—5 060 kcal/kg. Parametrii aburului 112 ata şi 515°C.

În prima etapă se instalează o putere de 220 MW în 4 turbine cu condensaţie a 55 MW (fiecare turbină cîntărind circa 27 t), iar în etapa a II-a o putere de 140 MW (2 turbine a 70 MW), în final, ajungîndu-se la o putere totală de 360 MW. Prima unitate a intrat în funcţiune în luna noiembrie 1957. Tensiunea de producere a energiei electrice este de 10,5 kV.

Proiectul centralei, cît şi utilajul este furnizat de firma Siemens (Austria).

— *Vizite la centrele de dispecing de la Katowice şi Varşovia.* Din aceste centre se conduc operativ, atît centralele electrice ale sistemului, aparţinînd Ministerului Minelor şi Energeticii, cît şi centralele industriale.

Ambele centre de dispecing sînt instalaţii provizorii şi se prevede montarea lor în alte încăperi sau clădiri mai adecvate. De menţionat că pentru centrul de dispecing la Varşovia este deja făcută o comandă în Anglia şi care urmează a fi livrată în curînd. În fiecare centru de dispecing se află o situaţie sinoptică a centralelor cu cazanele şi turbinele respective, folosind semne distinctive care indică situaţia fiecărui cazan sau grup, în orice moment.

Pentru comenzile folosite în caz de avarii, în centrala de dispecing se foloseşte înregistrarea magnetofonică.

Din diagramele de putere prezentate şi din prevederile pentru trim. IV/1957, puterea maximă absorbită pe întreaga ţară, în iarna 1957/1958 era prevăzută a fi circa 3 800 MW. (Este de menţionat că deficitul de putere în acelaşi timp este de ordinul 400—500 MW pentru acoperirea căruia se fac limitări de putere la consumatorii industriali, în timpul orelor de vîrf de sarcină).

— *Vizită la Combinatul siderurgic Nowa Huta.* Situat la circa 10 km de Cracovia, acest combinat, în totalitatea lui, este o realizare a regimului democrat popular al Poloniei.

Pentru alimentarea cu energie electrică, are un racord la reţeaua regională, prin două transformatoare de 110 kV de 31,5 MVA şi o centrală proprie de 56 MW, compusă din două turbine a 25 MW şi o turbină de 6 MW. Parametrii aburului sînt 100 ata şi 500°C, iar combustibilul folosit este cărbune şi gaz de furnal.

Răcirea generatoarelor se face cu hidrogen.

Energia electrică se distribuie în cuprinsul combinatului prin 48 staţii de transformare de 6 kV, iar reţeaua electrică interioară a combinatului de 6 kV este de circa 112 km lungime.

— *Vizită la Centrala termoelectrică şi de termoficare de la Zeran.* La marginea Varşoviei se află termocentrala Zeran care furnizează energie electrică şi termică (abur şi apă caldă) oraşului Varşovia. Pentru acoperirea necesităţilor de energie electrică, Varşovia primeşte energie şi din regiunea Sileziei, prin două linii de transport de 220 kV.

Centrala de la Zeran are 8 căldări de 230 t/h fiecare, cu parametrii aburului de 100 ata şi 510°C. Dintre cele 8 căldări, în prezent sînt în funcţiune numai 7. Producţia de energie termică este de circa 700 Gcal/h. Centrala are 8 turbine de condensaţie, cu priză de aburi, fiecare de cîte 30 MW.

6 turbine sînt de fabricaţie sovietică „Electrosila" şi două turbine sînt de fabricaţie tip ZAMECH-ELBLA G., fiind primele turbine poloneze de această putere.

Centrala este deservită de un număr de 300 persoane.

— *Vizită la Institutul Electrotehnic Varşovia.* Acest institut este similar Institutului de Cercetări Electrotehnice (ICET) din ţara noastră. Institutul este împărţit în 12 secţii, tehnica tensiunilor înalte, automatica, materiale electro-

tehnice, maşini electrice, tehnica luminatului ; etc.

În prezent, Institutul Electrotehnic funcţionează cu o parte din laboratoare în Varşovia, iar cu altele din apropierea Varşoviei, pe un teren de cîteva zeci de hectare, unde este proiectat a fi instalat în viitor întregul institut. Institutul are şi două filiale, la Wroclaw şi Gdansk.

Posedă o bibliotecă de peste 20 000 lucrări şi publicaţii. Echipamentul laboratoarelor pentru tehnica tensiunilor înalte permite încercări de aparate cu tensiune nominală de 220 kV.

— *Vizită la biroul de proiectări energetice (Varşovia).* În vederea acoperirii necesităţilor de energie electrică şi termică ale oraşului Varşovia, la biroul de proiectări energetice din Varşovia (corespondent ISPE de la noi) s-a întocmit proiectul unei noi termocentrale şi de termoficare de 290 MW, ce se va monta la Siekierki, în partea de sud a Varşoviei. Proiectul a fost întocmit de un colectiv de circa 40 ingineri şi tehnicieni, care au lucrat timp de un an de zile.

Centrala se prevede cu :

— 8 turbine a 30 MW cu condensaţie şi contrapresiune şi o turbină a 50 MW cu condensaţie.

Costul investiţiilor este de circa 5 000 Zl/kW instalat.

Centrala foloseşte combustibil, cărbune de 5 200 kcal/kg.

Pentru ca soluţia să fie cît mai economică, centrala este proiectată astfel ca :

— acoperişul să se sprijine direct pe cazane ;

— cazanele să se construiască cu pereţi fundali chiar în zidul clădirii ;

— turbinele să fie montate perpendicular pe axa longitudinală a centralei ;

— cazanele să fie în ax cu turbinele ;

— să se monteze numai 7 cazane (230 t/h) ;

— arhitectura clădirii să fie foarte simplă.

Producţia de energie termică a acestei centrale se prevede a fi de 700 Gcal/h şi împreună cu centrala de la Zeran, urmează să satisfacă toate necesităţile de energie termică ale oraşului Varşovia. Prin intrarea în funcţiune a centralei de la Siekierki se va desfiinţa vechea centrală termică situată în centrul oraşului, care avea o producţie de numai 200 Gcal/h.

— *Vizită la un punct de alimentare de* 15 kV. De către Biroul de proiectări din Varşovia, s-a întocmit un proiect pentru reţeaua de distribuţie a oraşului Varşovia, proiect care a fost pus în execuţie ; astfel, s-a prevăzut ca tensiunea de distribuţie să fie 15 kV, desfiinţîndu-se reţeaua veche de 5 kV.

În Varşovia se prevăd a fi construite circa 22 puncte de alimentare de 15 kV. Tensiunea joasă de distribuţie este de 380/220 V.

— *Vizită la Inspecţia Energetică de Stat (Varşovia).*

Activitatea Inspecţiei energetice se canalizează pe 3 grupe de probleme şi anume :

— raţionalizarea şi economia consumului de energie ;

— acţiuni economice ; tarife de energie electrică, sisteme de premiere, realizare, factor de putere etc.;

— regulamente şi prescripţii tehnice de proiectare, executare şi exploatare a instalaţiilor electrice.

Inspecţia energetică se preocupă de repartizarea puterilor pe ministere şi la întreprinderile industriale cu puteri peste 50 kW (mari consumatori). De asemenea, se ocupă de stabilirea normelor de consum şi de reducerea lor la întreprinderile industriale.

Controlul pe teren se execută de 88 inspectori care pot aplica amenzi atît întreprinderilor cît şi responsabililor energetici, pentru nerespectarea dispoziţiilor legale sau recomandărilor Inspecţiei Energetice. Amenzile pot ajunge pînă la 1 000 zloţi pentru persoane şi 20 000 zloţi pentru întreprinderi.

Hotărîrile şi prescripţiile emise de Inspecţia Energetică cu aprobarea Ministerului Minelor şi Energeticii sînt obligatorii pentru toate întreprinderile industriale şi, în general, pentru toţi consumatorii de energie electrică din R.P. Polonă.

3.2. **Excursii şi vizite cu caracter social-cultural.** După terminarea sesiunii anuale au fost organizate între altele excursii şi vizite la casa lui Chopin de la Zelazowa Wola, la castelul Wawel din Cracovia, Palatul Culturii din Varşovia etc.

4. Întrevederi cu conducerea SEP

În convorbirile purtate la sediul Secretariatului general al Asociaţiei SEP, s-au ridicat următoarele probleme ce interesează cele două Asociaţii SEP şi A.S.I.T. (Secţia energetică şi electrotehnică) :

— schimb organizat periodic de ingineri şi tehnicieni pe bază de reciprocitate ; (cu această ocazie s-au perfectat şi tratativele duse anterior pentru primul schimb de ingineri energetici, care a avut loc în cursul lunii octombrie 1957) ;

— schimb de reviste tehnice ;

— schimb de informare periodică asupra articolelor şi conferinţelor ţinute ;

— posibilitatea traducerii în mod reciproc a articolelor din reviste şi publicarea conferinţelor sau articolelor ;

— schimb de experienţă, pe durata de 1—3 luni, pentru 1—2 specialişti în probleme de construcţii de maşini electrice şi de electrotermie.

De asemenea filiala din Gdansk a propus un schimb reciproc de ingineri, pentru probleme de instalaţii electrice în marină.

5. Concluzii asupra vizitei în Polonia

În general, se poate considera că această vizită a fost o bună ocazie de a cunoaşte preocupările cu caracter tehnic ale inginerilor şi tehnicienilor polonezi şi în acelaşi timp de a putea stabili un contact direct cu Asociaţia Electricienilor din Polonia (SEP). Totodată, sesiunea anuală a fost interesantă prin problemele dezbătute pe linie organizatorică, precum şi prin referatele tehnice prezentate, probleme care interesează şi pe inginerii şi tehnicienii din ţara noastră.

Energetica generală

Producția realizată de U.R.S.S. în 1957 în domeniul energetic. *Romînia Liberă*, an. 16 (1957), nr. 4137, pag. 4.

002.2(47)

Din comunicatul Direcției Centrale de Statistică de pe lîngă Consiliul de Miniștri al U.R.S.S., publicat la 27.I.1958 și difuzat de TASS, extragem următoarele date de interes energetic :

	producția anuală realizată 1957	*creștere față de 1956 în %*
fontă	$37 \cdot 10^6$ t	4
oțel	$51 \cdot 10^6$ t	5
laminate	$40{,}2 \cdot 10^6$ t	6
cărbuni	$463 \cdot 10^6$ t	8
petrol	$98{,}3 \cdot 10^6$ t	17
gaze	$20{,}2 \cdot 10^9$ m³	48
energie electrică	209,5 TWh	9

E 838 *v. b.*

Consumul de energie electrică de muncitor în R.F.G. în 1956. *Elektrizitätswirtschaft*, an. 56 (1957), nr. 13, pag. 445—9, reprodus în extras și în *ÖZE*, an. 10 (1957), nr. 11.

621.311(061)(43)

Din raportul statistic al resortului economiei electroenergetice din Ministerul Federal al Economiei, publicat în rezumat, extragem următoarele date privitoare la consumul de energie realizat în 1956 de muncitor în diferitele ramuri industriale :

industria	*consum 1956* TWh	%	*numărul muncitorilor (medie anuală în mii)*	kWh muncitor
extractivă de cărbuni	7 958	14,6	571,2	13 930
prelucrare de uleiuri și combustibili minerali	1 863	3,4	23,6	78 927
pietre și pămînturi	2 882	5,3	257,1	11 210
industria siderurgică și metalurgia grea	6 463	11,8	259,1	24 940
metale neferoase	4 064	7,4	72,2	56 229
construcția de mașini	1 666	3,0	796,9	2 091
construcția de vehicule	1 233	2,3	303,9	4 058
electrotehnică	1 212	2,2	536,7	2 258
chimie	14 514	26,6	382,5	37 948
celuloză, hîrtie, carton	2 687	4,9	77,5	34 654
textilă	2 412	4,4	641,0	3 763
alimentară, mori	349	0,6	34,7	10 071
industria în total	54 627	100,0	6 991,0	7 814

E 839 *v. b.*

Termoenergetica

Depozitarea cărbunelui. Hall D. A. : *Coke and Gas*, vol. 18 (1956), nr. 211, pag. 197—202, cu rezumat în *BWK*, vol. 9 (1956), nr. 9, pag. 445.

662.62 :621.311.22.001

Se analizează cauzele autoaprinderii spontane a depozitelor de cărbuni din Anglia și măsurile de evitare.

Depozitele de cărbuni din Anglia însumează după anotimp $10—20 \cdot 10^6$ t. Nu se pot preciza reguli generale pentru formarea depozitelor. Aerul care pătrunde în stive încă de la așezare este cauza oxidărilor și a degradărilor mecanice. Viteza acestor procese depinde de calitatea cărbunilor și este maximă la sorturile inferioare. Cărbunii bituminoși impun, de asemenea, măsuri speciale împotriva autoaprinderii spontane. Oxidarea descrește în timp și la 30 h de la apariție se reduce la 1/10 din intensitatea inițială. Ea este proporțională cu suprafața cărbunelui în contact cu aerul (inclusiv suprafețele capilare) și se dublează pentru creșterea temperaturii cu 10—20°C. Pentru o depozitare corectă trebuie fie să se elimine aerul prin cilindrarea cărbunelui, fie să se asigure ventilarea corespunzătoare a stivei cu ajutorul unor canale speciale.

Cele trei condiții care împreună permit ridicarea temperaturii în stive sînt : mărimea stivei, sensibilitatea la autoaprindere a sortului de cărbune (cărbuni cu procent ridicat de volatile și granulație măruntă.

Amestecul de cărbuni cu granulații diferite favorizează, de asemenea, autoaprinderea întrucît mărește ventilarea naturală.

Ventilația prin canale speciale nu poate fi recomandată în toate cazurile, ea este potrivită pentru depozitele care rămîn vreme îndelungată pe loc. Canalele din lemn, conducte metalice din beton sau ceramice trebuie realizate pe direcție orizontală și verticală.

În cazul formării depozitului în straturi succesive de grosime sub 60 cm cilindrați se elimină cea mai mare parte a aerului din cărbune. Dimensiunea mare a depozitului trebuie să fie paralelă cu direcția vîntului dominant. Acoperirea depozitului cu un strat de bitum se dovedește a fi de asemenea eficace. Cilindrarea trebuie întotdeauna executată la cărbunele mărunt, dacă se execută stive mai mari decît 200 t. Se recomandă amenajarea suprafeței terenului depozitului, fie în cazul cel mai bun prin betonare, fie prin cilindrarea unui strat de zgură sau balast.

Pentru controlul temperaturii se pot folosi bare metalice înfipte în masa depozitului. Dacă ele ating o temperatură astfel încît nu pot fi ținute în mînă denotă pericol de autoaprindere. Măsurători mai exacte se realizează cu termometre introduse în țevi bătute în depozit. Pericolul de autoaprindere apare la temperatura de 70°C. Procesul începe de cele mai multe ori la adîncimea de 1—2 m de la suprafață și la colțuri unde există aer mai mult.

Stingerea focului cu apă nu are sens. Se recomandă izolarea locului incendiat și transportarea cărbunelui în curs de descompunere cu ajutorul unor mijloace mecanizate (greifer).

E 840 *c. m.*

Experiența folosirii buldozerelor la depozitul de cărbuni. Flurschütz E. : *Mitteilungen Ver. Grosskesselbesitzer*, vol. 48 (1957), pag. 194—196, cu rezumat în *BWK*, vol. 9 (1957), nr. 9, pag. 445—446.

621.311.22(004)

Comunicarea se referă la bazele de proiectare și experiența de exploatare pentru un depozit de cărbuni al centralei Karlsruhe pe Rin. Întrucît axa longitudinală a depozitului este paralelă cu rîul, se folosește un pod de descărcare-încărcare relativ scurt și un buldozer care prelungește depozitul de sub acest pod. Buldozerul servește atît pentru întinderea cărbunilor pe depozit cît și pentru împingerea lor către gura de încărcare pentru alimentarea sălii cazanelor.

Greutatea specifică a cărbunelui mărunt folosit este de 0,88 t/m³ (dacă este vărsat de la o înălțime de 6 m). Greutatea specifică nu se schimbă decît foarte puțin la variația între 1 m și 7 m a înălțimii de la care cărbunele este vărsat.

Prin nivelare cu buldozerul se mărește greutatea specifică a cărbunelui la 1,2 t/m³, iar pierderea materiilor volatile și pericolul de autoaprindere se reduc. Unghiul maxim pe care urcă buldozerul este de 30°, iar în regim de lucru 25°. Înălțimea medie a depozitului este 15 m, iar cea maximă 21 m. Stratul maxim de cărbune înghețat care se formează într-o noapte rece este de 2 cm și acesta este spart de șenila buldozerului, astfel că iarna nu apare pericolul de înfundare a buncărelor cu fantă în care se varsă cărbunele. Temperatura normală interioară a depozitului este de 40°C. Valoarea maximă pentru cărbune gras este +70°C. Experiența a arătat că folosirea buldozerelor cu șenile este avantajoasă. În încheiere se comunică date tehnice privind costurile de investiție și de exploatare pentru două tipuri diferite de buldozere pe șenile.

E 841 *c. m.*

Reglarea temperaturii aburului prin clape în circuitul gazelor de ardere. Rosahl O.: *BWK*, vol. 9 (1957), nr. 11, pag. 531—533.

621.181.8

Se prezintă încercările făcute în exploatare în două cazane de abur de tip Benson în vederea reglării temperaturii aburului la ieşirea din supraîncălzitorul intermediar cu ajutorul unor clape introduse în circuitul gazelor de ardere. Cazanele au un debit nominal de 230, respectiv 19 t/h la 175 at 535°C, respectiv 135 at 525°C. Parametri aburului supraîncălzit intermediar: 36 at 505°C, respectiv 288 at 512°C.

Pentru ambele cazane se descrie dispozitivul clapelor şi se aduc curbele temperaturii aburului în funcţie de poziţia clapelor şi de timp. Trecerea de la o stare staţionară la următoarea este relativ lungă; mai există însă posibilitatea scurtării ei printr-un scurt suprareglaj.

E 842 *i. s.*

O nouă turbină cu gaze proiectată de uzinele constructoare de maşini „Neva". Bîcenkov S. A. şi Bogopadovski G. I.: *Energomaşinostroienie* (1957), nr. 9, pag. 47.

621.438

La uzinele constructoare de maşini „Neva" din Leningrad a fost întocmit proiectul tehnic al unei instalaţii de turbină cu gaze de tipul TG-700-12, care va putea acţiona un generator electric de 12 MW. Drept combustibil uzina va putea folosi gazele de sondă sau naturale.

Schema termică a acestei turbine cu gaze este concepută cu ciclu deschis, avînd două turbine cu un ax (înaltă şi joasă presiune) şi compresoare cu două axe.

Căldura gazelor de ardere se recuperează în parte în preîncălzitoare de aer, după care rămîne disponibilă pentru scopuri de termoficare o cantitate de căldură de 6—7 Gcal/h.

Parametrii tehnici şi constructivi mai importanţi ai acestei turbine cu gaze sînt:

— temperatura gazelor la intrarea în turbină	700°C;
— gradul de comprimare a gazelor	6,3;
— gradul de folosire regenerativă a gazelor	75%;
— tipul camerei de ardere	vertical;
— lungimea agregatului	25 m;
— greutatea turbinei, exclusiv cea a instalaţiei electrice	218 t.

E 843 *g. c.*

Avantajele instalaţiei cu turbine cu abur pentru acţionarea pompelor de alimentare la centrale termoelectrice. Oşerov S. I., Borisov V. P., Kaplun A. V.: *Energomaşinostroenie*, nr. 9 (1957), pag. 14—18.

621.165 :621.187.1

Trecerea centralelor termoelectrice la parametrii foarte ridicaţi şi la puteri unitare mari impune, pe lîngă alte probleme, alegerea unor sisteme de acţionare a pompelor de alimentare raţionale şi comode în exploatare. Creşterea parametrilor aburului viu la 200—300 ata şi a puterilor unitare ale agregatelor la 200—300 MW conduce la puteri ale pompelor de alimentare pînă la peste 10 MW. În aceste condiţii cel mai avantajos sistem de acţionare a pompelor de alimentare este turbina cu abur sau cu gaze, în cazul folosirii la CTE a gazului natural. Actualmente în U.R.S.S. se construiesc turbine cu abur pentru acţionarea pompelor de alimentare de 3,3 MW, calculate pentru un debit de 500 m³/h la 180 kg/cm², cu contrapresiune la 1,2—2,3 ata alimentate cu abur la 130 ata şi 565°C.

În articol se dau caracteristicile mai importante ale turbinelor pentru acţionarea pompelor de alimentare de înaltă presiune construite de uzinele „Economaizer". Se analizează schemele termice raţionale care includ şi pompele de alimentare cu turbine cu abur. Se subliniază că turbopompele au un mare avantaj faţă de electropompe chiar în cazul funcţionării acestora în regim variabil.

E 844 *g. c.*

Utilizarea unor procedee noi la construcţia centralelor electrice. Podjakov, A. S.: *Energie-Technik*, an. 6 (1957), nr. 6, pag. 299—304.

621.311.22.002 :621.18.002.72

Procedeul de premontaj utilizat în U.R.S.S. în ultima vreme pentru înlăturarea dificultăţilor produse de montajul centralelor electrice constituie un pas către industrializarea procesului de construcţie-montaj şi asigură realizarea unor termene mai scurte de montaj, cu costuri scăzute.

Baza procedeului nou o constituie planul de montaj care conţine toate detaliile stabilite pentru situaţia dată, volumul lucrărilor de montaj cu lista subansamblelor, termene intermediare şi succesiunea preasamblare-asamblare, planul forţelor de muncă, al mijloacelor de transport, al depozitelor de aprovizionare cu materiale auxiliare, cu energie de toate felurile, care sînt necesare realizării montajului. Premontajul are loc pe platforme în afara centralei, în preansamblele stabilite de planul de montaj. Locul de premontaj este aşezat de preferinţă frontal faţă de centrală, dispune de utilaje de ridicat şi este alimentat cu energie electrică, acetilenă, oxigen şi aer comprimat. Pentru premontajul subansamblelor unei centrale de 100 MW se indică o suprafaţă de 4—6000 m², lungimea fiind de 150—200 m, iar lăţimea fiind determinată de deschiderea macaralelor portal.

Avantajele procedeului de premontaj ies în evidenţă din următoarele date, care se referă la montajul unui cazan de abur pentru producţia de 230 t/h la parametri 100 at şi 500 °C, compus din circa 30 000 piese diferite în greutate totală de 1100 t:

procedeul iniţial: durata de montaj 6—8 luni, cu circa 80—120 ore de lucru de tonă de echipament;

procedeul nou: durata de montaj 2 luni, premontarea în 52 subansamble în greutate individuală de 16—69 t, cu 34 ore de lucru de tonă de echipament (28 ore premontaj şi 6 ore montaj propriu-zis). Costul scade faţă de procedeul iniţial cu 25—30%.

Procedeul este aplicat la toate secţiile centralei: instalaţii de transport şi măcinat cărbuni, de preparare a apei etc. Condensatoarele, răcitoarele de ulei şi aer, pompele, preîncălzitoarele, aeratoarele se preasamblează în sala maşinilor. Procedeul comportă o mărire a puterii macaralelor din sala maşinilor şi costuri de construcţie corespunzător mărite, care sînt însă compensate prin costurile de montaj şi de reparaţie mai reduse.

Tendinţa către preasamblare încă nu este terminată. Montarea subansamblelor chiar în fabrica producătoare este şi mai economică, datorită condiţiilor de lucru mai avantajoase decît pe platforma de preasamblare. De aceea dimensiunile subansamblelor se acomodează profilului căii ferate. Se proiectează un cazan standard pentru o producţie de abur de 170—230 t/h la 100 at şi 535°C cu următoarele date: 940 t, 60 unităţi de montaj, greutate maximă a unei unităţi 60 t, raport între greutatea subansamblelor şi cea totală: 0,9, durata de montaj 20—25 zile.

Avantajele noii metode ies în evidenţă atunci cînd se aplică la toate subansamblele unei centrale.

E 845 *v. b.*

Tendinţe noi în dezvoltarea folosirii instrumentelor de măsură termotehnice. Beczkoy I.: *Energia és Atomtechnica* (R.P.U.), vol. X (1957), nr. 5—6, pag. 289—291.

536.5 :621.311.22

Pentru obţinerea unei economii de combustibil şi pentru îmbunătăţirea randamentului termic în centralele termoelectrice ca şi la alte instalaţii termice, este necesar să se dispună de aparatele de măsură pentru urmărirea procesului tehnologic (debitmetre, termometre, manometre, *p*H-metre, aparate pentru analiza gazelor de ardere etc).

Se examinează aceste tipuri specifice de aparatură precizîndu-se condiţiile care trebuie să le îndeplinească. Se insistă asupra avantajului folosirii aparatelor de măsură de O_2 şi CO_2 faţă de cele care măsoară numai CO_2. Se recomandă, de asemenea, folosirea de aparate înregistratoare ca şi televizoare industriale (la fenomene cu variaţii rapide şi bruşte) inclusiv fotografierea lor. Un astfel de aparat este în construcţie chiar la Institutul de Cercetări pentru Termotehnică de la Budapesta.

E 846 *r. m.*

Zonele economice ale transportului de energie sub tensiunile de 110, 154 şi 220 kV. K r a c i c o v s k i N. N.: *Electriceschie Stanţii* 28 (1957) nr. 12, pag. 55—58, 6 tabele, 4 fig.

621.316.11.001.24

Se cercetează transportul unor puteri între 15 şi 200 MW la distanţa de 25,50,100 şi 150 km sub tensiunile de 110, 154 şi 220 kV. Se consideră densitatea economică de 1 A/mm², cos $\varphi = 0{,}9$ şi căderea de tensiune de 10 şi 15%. Utilizînd metoda preconizată de autor pentru determinarea capacităţii de transport (v. Electricestvo nr. 4/1952) se determină zonele tehnice de transport (tabela 1), şi pe baza valorilor respective numărul necesar de circuite.

Tabela 1

Lungimea de transport în km

P^*) P_{nat}	ΔU %	Pentru tensiunea (kV)		
		110	154	220
0,5	10	165	260	460
	15	300	500	—
1	10	120	145	180
	15	185	230	284
1,5	10	90	102	116
	15	140	160	180
2	10	75	80	88
	15	110	130	138

*) Puterea raportată la puterea naturală egală cu 30 MW la 110 kV, 60 MW la 154 kV şi 120 MW la 220 kV.

În staţiile de 110 kV s-au considerat transformatoare trifazate (1—4 buc), în staţiile de 154 kV transformatoare trifazate pînă la o putere de 70 MVA şi două grupe de transformatoare monofazate la puteri mai mari; în staţiile de 220 kV una pînă la două grupe de transformatoare monofazate. Transformatoarele ridicătoare s-au considerat cu două înfăşurări, cele coboritoare cu trei înfăşurări. Tensiunea secundară la recepţie s-a considerat de 6 şi 35 kV şi numai la transformatoarele de 220 kV cu puteri mai mari de 100 MW de 35 şi 100 kV.

Folosind preţurile institutului Teploelectroproiect s-au determinat investiţiile specifice (ruble/km) pentru diferite puteri, tensiuni şi distanţe de transport (v. tabela 2).

Tabela 2

Costul specific de investiţie în ruble/kW

Tensiunea în kV	Lungimea în km	Puterea transportată în MW						
		15	25	50	75	100	150	200
110	25	530	400	275	230	200	180	170
154		680	460	295	240	200	170	160
220		—	820	420	325	270	235	200
110	50	650	530	360	290	250	230	210
154		680	500	360	290	250	220	200
220		—	970	500	330	270	230	220
110	100	980	700	500	400	350	320	310
154		1 190	740	460	375	320	200	275
220		—	1 280	660	480	390	320	290
110	200	1 550	1 050	800	680	620	570	550
154		1 900	1 100	700	570	500	440	410
220		—	1 280	970	650	540	470	400

Pentru determinarea pierderilor s-a plecat de la un preţ de 6,5 copeici/kWh la barele centralei şi s-au considerat cotele totale ale cheltuielilor anuale de 10,7% din investiţii pentru linii şi 14,7% pentru staţii. Pe aceste baze s-au obţinut costurile specifice ale transportului de energie (v. tabela 3) în copeici/kVh.

Tabelul

Costuri specifice pentru transportul de energie, copeci/kWh

Tensiunea kV	Lungimea km	Puterea transportată în MW					
		15	30	60	100	150	200
110	25	1,6	1,22	0,93	0,75	0,70	0,65
154	25	1,85	1,21	0,92	0,77	0,70	0,62
200	25	—	2,00	1,20	0,93	0,82	0,72
110	50	2,0	1,47	1,10	0,96	0,86	0,81
154	50	2,2	1,44	1,07	0,78	0,80	0,71
220	50	—	2,30	1,33	1,05	0,93	0,81
100	100	2,65	1,98	1,44	1,28	1,22	1,15
154	100	2,85	1,94	1,37	1,17	1,08	1,0
220	100	—	3	1,64	1,26	1,11	1,0
110	150	3,37	2,57	1,90	1,63	1,60	1,56
154	150	3,60	2,15	1,65	1,44	1,33	1,20
220	150	—	3,47	1,97	1,50	0,32	1,18
150	200	4,24	2,96	2,40	2,13	2,0	1,9
154	200	4,40	2,74	2,0	1,72	1,56	1,45
220	200	—	3,90	2,3	1,17	1,42	1,33

Tabela 4

Puterea transportată MW

Tensiunea kV	pentru o lungime (km) de				
	25	50	100	150	200
110	<30	<30	<30	<30	<30
154	150—200	30—200	30—200	30—150	30—100
220	>200	>200	>200	>150	>100

Pe baza acestor valori, autorul ajunge la concluziile rezumate în tabela 6 care arată zona economică a tensiunilor de 110, 154 şi 220 kV.

E 847 *a.r.*

Noi siguranţe de înaltă tensiune de putere mare. K. K r i e c h b a u m: *A. E. G. Mitteilungen* (1957), nr. 7/8, pag. 265—270.

621.316.923.027.3

Dezvoltarea construcţiei siguranţelor de înaltă tensiune realizate de A.E.G. în ultimii ani a fost determinată de normarea dimensiilor exterioare prin DIN 43 625/1955 şi de tendinţa de a ameliora proprietăţile electrice.

Se enumeră cîteva condiţii pe care trebuie să le îndeplinească siguranţele de înaltă tensiune cu privire la tensiunea de arc, tensiunea de comutaţie, energia pentru topirea şi evaporarea fuzibilului, forma fuzibilului şi caracteristica arcului.

Diametrul fuzibilului este determinat prin încălzirea admisă VDE 0670/1,54.

Tabela tensiunilor de serviciu de comutaţie şi al nivelului izolaţiei la descărcătoare corespunde siguranţelor din seria 3, 6, 10, 20 şi 30 kV.

Formatul conductorului fuzibil considerat optim este cel bitroneonic.

Pe oscilogramele tensiunii de comutaţie la experimentarea unor siguranţe de 10 kV, 15 A se demonstrează că acest format evită supratensiunile de comutaţie. Dacă pentru

reducerea tensiunii de comutație este cerută conicitate mare, pentru ruperea scurtcircuitelor însă nu sînt de dorit secțiuni mari.

Mare influență are mediul de stingere, care este nisip de cuarț (SiO_2) ce trebuie să aibă anumită ganulație și puritate.

În cîteva oscilograme ale procesului de rupere se observă tensiunea de revenire 12,7 kV, deci la un curent de scurtcircuit de 38,5 kA, puterea este de 845 MVA. Cos $\varphi = 0{,}15$, iar la 30° după maximul tensiunii oscilograma arată că încă nu a fost atinsă puterea limită

E 848 *an.b.*

Hidroenergetica

Centralele hidroelectrice de pe Dunărea austriacă. *Ö Z E* an. 10(1957), nr. 10, pag. 372, și nr. 11, pag. 416—417

621.311.21

Din darea de seamă asupra unei conferințe ținute de directorul ing. H. Böhmer se extrag următoarele date asupra programului de centrale hidroelectrice pe Dunăre, elaborat de societatea Oesterreichische Donaukraftwerke :

denumirea	*h util*	*debit instalat* m³/s	*puterea* MW	GWh anual	*observații* m.d.n.m.
Aschach	15,65	1800	228	1452	cota devers. :280
Ottenstein	8,44	1750	120	750	„ „ 264
Linz	5,68	1750	80	507	„ „ 254
Mauthausen	6,17	1800	90	574	„ „ 247
Wallsee	9,19	2000	147	992	„ „ 239
Ybbs-Persenbeug			136	907	în construcție, parțial în exploatare
Rossatz			126	838	
Grafenwörth			181	1203	
Klosterneuburg			181	1206	în proiectare
Viena			102	636	
Petronell			193	1280	

Acest proiect-cadru asigură o utilizare de 79% a energiei brute existente, față de numai 67% cît prevedeau proiectele anterioare. Proiectul Aschach este în curs de avizare. La capătul estic al Dunării austriace mai este în curs de proiectare o centrală hidroelectrică austriaco-cehoslovacă la Wolfsthal.

În baza unei convenții perfectate între Ministerul federal austriac de finanțe și întreprinderea austriacă electroenergetică, statul va prelua costurile pentru instalațiile și amenajările, care nu deservesc decît parțial sau deloc scopuri energetice, pentru ca să fie degrevate în felul acesta costurile de producție ale energiei electrice.

În afară de aceasta sînt în curs tratative pentru a asigura participarea statului la finanțarea centralelor noi luate în considerare și a înlătura astfel dificultățile de finanțare existente.

E 849 *v.b.*

Determinarea prin analogii electrice a supra-presiunilor în conducte forțate. P i q u e m a l J. : *Comptes Rendus des Séances de l'Academie des Sciences*, vol. 245, nr. 14 (1957), pag. 1117—1119

627.344 :531.787.001.4

Pe baza analogiilor ecuațiilor diferențiale ale propagării undelor de suprapresiune în conducte forțate și a supratensiunilor în linii electrice s-a realizat un simulator care asigură corespondența analogă a :

— rezervorului de nivel constant care alimentează instalația hidraulică prin intermediul unei alimentări cu tensiune constantă ;

— conductei prin modelarea unei linii electrice cu inductivitate și capacitate ;

— regimului de variație a debitului în conducta forțată printr-un dispozitiv electronic cu o lampă EL 41.

Încercările efectuate au arătat o abatere sub 1% de la rezultatele calculului după metoda Bergeron.

E 850 *a.f.*

Energetica nucleară

Centrale atomoelectrice. E r m a c o v G. V. : *Teploenerghetica*, nr. 10 (1957), pag. 88—93.

621.039

Rezervele de combustibil și resursele hidraulice în U.R.S.S sînt repartizate neuniform pe teritoriu, față de consumul de energie electrică. Astfel, 70% din rezerve sînt situate în Siberia, în timp ce numai partea europeană a U.R.S.S. și Ural consumă peste 2/3 din energia electrică produsă în U.R.S.S.

În viitorii ani de dezvoltare a energeticii sovietice, în scopul evitării transportului marilor cantități de combustibil pe calea ferată sau al energiei electrice, șantierele de construcție ale centralelor atomoelectrice se vor dezvolta în primul rînd în regiunile deficitare de combustibil, în apropierea consumatorilor mari izolați de sisteme energetice.

În articol se dau indicații privind alegerea raionului de amplasare a unor centrale atomoelectrice și repartizarea diferitelor corpuri pe teritoriul centralei. Se descriu schemele și caracteristicile principale ale instalației energetice ale CAE cu reactoare cu apă ca agent termic și moderator, cu reactoare cu grafit și apă și cu reactoare cu apă grea ca moderator și gaze ca agent termic. În încheiere se dau indici tehnico-economici comparativi pentru CAE mari.

E. 851 *gc.*

Tabele cu reactoare nucleare din întreaga lume. *Voprosî Iadernoi Energhetiki*, nr. 1, 2, 3 (1957).

621.039(100)

Se dau tabele cu reactoare nucleare de pe întregul glob, proiectate, în construcție sau în funcțiune, cu următoarele indicații : țara și regiunea, tipul reactorului, puterea, data punerii în funcțiune, costul, caracteristicile reactorului, agentul termic cu parametrii caracteristici etc.

Tabelele din nr. 1 al acestei reviste cuprind descrierea unui număr de 63 instalații atomice (76 de reactoare) intrate în funcțiune pînă în iunie 1956. În nr. 2 al revistei, se dă tabela celor 109 reactoare destinate cercetărilor nucleare, proiectate sau în funcțiune pînă în iunie 1956. În nr. 3 se trece în revistă un număr de 139 instalații atomoenergetice (dintre care 27 se află în curs de construcție).

E. 852 *g.c.*

Thoriul — proprietăți și caracteristici. B e l l, P. I. : *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 19, pag. 418—422, 9 fig., 9 tabele.

539.163 :546.79

În seria de articole cu caracter metalurgic se prezintă importanța thoriului pentru energetica nucleară, repartiția zăcămintelor, modurile de extracție și proprietățile fizice și mecanice. În partea finală se discută condițiile sale de prelucrare și comportarea chimică față de apă, metale lichide, gaze și corpurile solide cu care poate intra în contact în reactoarele nucleare.

O prezentare sinoptică în 9 tabele a proprietăților sale fizice și mecanice completează textul.

E 853 *i.s.*

Plutoniul și aliajele sale. B a g l e y K. Q. : *Nuclear Engineering*, vol. 2 (1957), nr. 20, pag. 461—468, 14 fig., 7 tab., 27 ref. bibl.

539.163 :546.79

Al treilea articol din seria tehnologiei metalelor utilizate în tehnica nucleară prezintă datele caracteristice ale plutoniului. Acest metal, care înainte de a se constata că energia nucleară poate fi folosită, nu avea rațiune de a exista și efectiv nu exista, va juca un rol foarte important în producția energiei electrice în viitor.

Sub formă de diagrame și tabele se prezintă proprietățile sale și ale aliajelor principale și se insistă îndeosebi asupra comportării sale în prezența altor corpuri, reacțiunile sale fiind mai puternice chiar decît ale uraniului.

E 854 *i.s.*

De la Comitetul Național Romîn al CIGRE

Conferința Internațională a Marilor Rețele Electrice, organizație tehnico-științifică bine cunoscută sub inițialele ei C.I.G.R.E., urmează să-și țină viitoarea sesiune, care va fi cea de-a XVII-a, între 4 și 14 iunie 1958, la Paris în localul Fundației Berthelot din str. St. Dominique nr. 28 bis.

In cursul acestei sesiuni, la care se prezintă 130 rapoarte, vor fi dezbătute problemele tratate de C.I.G.R.E. pe plan tehnico-științific internațional, și anume cele privind producerea, transportul și distribuția energiei electrice la înaltă tensiune.

Capitolele principale în care se grupează rapoartele se referă la generatoare, transformatoare, întreruptoare, cabluri subterane, condensatoare de forță, materiale electroizolante, stații și posturi de transformare.

In ceea ce privește exploatarea rețelelor vor fi examinate în special problemele privind stabilitatea sistemelor electroenergetice, supratensiunile și protecția contra acestora, reglarea sarcinii și a frecvenței, precum și chestiunile speciale ridicate de liniile de transport la tensiuni foarte înalte (peste 220.000 Volți).

Vor fi de asemenea studiate probleme din domeniul telecomunicațiilor prin curenți purtători de înaltă frecvență, perturbațiile aduse de liniile de energie asupra comunicațiilor telefonice și radiofonice, coordonarea izolației și fenomenele reactive și deformante.

Țara noastră participă cu 4 rapoarte la cea de-a XVII-a sesiune a C.I.G.R.E., și anume :

— Acad. prof. ing. C. I. Budeanu prezintă *Raportul asupra lucrărilor Comitetului Internațional de Studii* nr. 16 al C.I.G.R.E. *pentru studiul fenomenelor reactive și deformante.*

— Prof. dr. ing. I. S. Antoniu prezintă raportul *„Influența regimului deformant asupra măsurării puterii și energiei active"* (în cadrul lucrărilor Comitetului Internațional de Studii nr. 16).

— Prof. ing. C. I. Penescu prezintă raportul *„Considerații asupra cuplării în paralel a alternatoarelor prin metoda autosincronizării".*

— Ing. P. Dimo prezintă raportul *„Analizor grafic bazat pe utilizarea curenților de scurtcircuit pentru studiul rețelelor de înaltă tensiune".*

Printre rapoartele prezentate de specialiști din alte țări se pot cita :

— E. Mean (Belgia) : *„Considerații asupra structurii rețelelor de înaltă tensiune suprapuse pentru alimentarea unei regiuni".*

— V. E. Ogorodnikov și I. W. Simpson (Canada) : *„Transformarea unei linii de* 115 kV *într-o linie de* 250 kV *și funcționarea ei ulterioară".*

— W. Frey și Noser (Elveția) : *„Progrese recente în domeniul excitației și reglării mașinilor sincrone".*

— A. Valentin, M. Dureault și P. Lettrilliart (Franța) : *„Dezvoltarea unor procedee moderne pentru răcirea alternatoarelor".*

— I. Sallard, E. Baudier, A. Dejou, M. Mery și M. Verneau (Franța) : *„Instalații de comandă și control din elemente prefabricate".*

— E. Baudier și A. Dejou (Franța) : *„Alimentarea directă a stațiilor de distribuție direct de la rețele de foarte înaltă tensiune".*

— H. Străb și H. Maylandt (Germania) : *„Stadiul actual al tehnicii condensatoarelor de defuzare".*

— A. Lang (Germania) : *„Un nou comutator de priză sub sarcină pentru transformatoare bazat pe principiul bobinelor premagnetizate".*

— A. Asta (Italia) : *„Cablu submarin între Iugoslavia și Italia pentru transport de energie electrică în curent continuu de înaltă tensiune".*

— V. Easton, F. J. Fisher și E. Friedländer (Marea Britanie) : *„Incercări ale alternatoarelor de 100 MVA cu transductoare".*

— W. N. Kilner (Marea Britanie) : *„Rezultate experimentale privind condițiile de funcționare ale turboalternatoarelor la răcire prin circulație de apă în contact direct cu cuprul înfășurării statorice".*

— Hsa-Mao-Ciun și Ciu-Dan-Hau (Rep. Pop. Chineză) : *„Construcții de stații în R. P. Chineză".*

— Tsao-Yen și Ting-Ciu-Ying (Rep. Pop. Chineză) : *„Cadre prefabricate din beton armat pentru stații de tip exterior".*

— I. H. Kinghorn, H. C. Barnes și A. Hauspurg (S.U.A.) : *„Experiența de exploatare pe 23 ani a întreruptoarelor cu reanclanșare automată rapidă în rețeaua American Gas and Electric Service Corp".*

— I. B. Johnson (S.U.A.) : *„Supratensiuni de comutație și funcționarea descărcătoarelor în rețele de înaltă tensiune".*

— W. F. Tinney și R. J. Brown (S.U.A.) : *„Intrebuințarea calculatorilor aritmetici la analiza rețelelor electrice".*

— R. Lundholm (Suedia) : *„Protecția liniilor aeriene contra descărcărilor atmosferice în funcție de proiectul stîlpului și de punerea la pămînt a stîlpilor".*

— A. Bergman (Suedia) : *„Telecomanda stațiilor și posturilor de transformare".*

— K. P. Kovacs și F. Csaky (Ungaria) : *„Mersul în asincron al turbogeneratoarelor".*

— A. A. Akopian, V. V. Burgsdorf, I. V. Butchevici, A. K. Gertzik, S. S. Rocotian și S. A. Sovalov (U.R.S.S.) : *„Dezvoltarea rețelelor de* 400—500 kV".

— N. B. Bogdanova, A. K. Gertzik, N. P. Emelianov, A. I. Kolpakova, I. M. Marcovici, V. I. Popkov, S. A. Sovalov și G. A. Slavin (U.R.S.S.): *„Rezultatele cercetărilor întreprinse în U.R.S.S. asupra liniilor de transport de energie la mare distanță sub* 600 kV".

— V. V. Burgsdorf (U.R.S.S.) : *„Protecția contra trăsnetului în liniile aeriene. Experiența practică în U.R.S.S.".*

— D. I. Azariev, V. A. Venikov, L. G. Mamikonianț și I. A. Sîromiatnikov (U.R.S.S.) : *„Sporirea securității în funcționare a rețelelor și liniilor de transport la mare distanță".*

— N. M. Cernîșev (U.R.S.S.) : *„Circuite artificiale pentru încercarea puterii de rupere a întreruptoarelor".*

— S. S. Gorodețki (U.R.S.S.) : *„Cabluri de curent continuu la* 220—400 kV".

— P. Anciaux și A. Dejou (Franța), Neumann și Bruetzel (Germania) : *„Mersul în paralel cu reglare automată a rețelelor franceze și germane".*

— U.C.P.T.E. : *„Incercări efectuate pentru a determina energia reglantă și statismul ansamblului rețelelor interconectate în Europa Occidentală".*

*

La sesiunea precedentă ce a avut loc în 1956 au participat 1810 ingineri veniți din 50 țări din toate continentele. Este de așteptat ca și sesiunea din acest an să realizeze o participare numeroasă și să dea loc la discuțiile interesante ce arată la fiecare doi ani care sînt tendințele tehnice ce se degajă ca avînd un caracter de generalitate.

*

Pentru informații suplimentare ce urmează să sosească treptat la Comitetul Național Romîn al C.I.G.R.E. cu privire la desfășurarea sesiunii a XVII-a, cititorii revistei se pot adresa la *A.S.I.T. Calea Victoriei nr. 120* (tel. 3.48.00) sau *secretarului Comitetului,* Conf. ing. Călin Mihăileanu (tel. 3.71.03).

Conf. ing. C. **Mihăileanu**

СОДЕРЖАНИЕ

C. F. Powell: **Воззвание к ученым.**

N. Panoiu, şi C. Cazacu. **О горении румынских лигнитов.**

На основе многочисленного опытного материала представляются исследования о горении лигнитов, осуществлённые авторами на различных промышленных предприятиях Румынии. В сравнительной форме, даются результаты, полученные при горении данного топлива на цепной решетке, на наклоно-переталкивающей решетке с верхним передвижением и на решетке типа Мартин. В заключении сообщаются специфические проблемы в связи с горением лигнитов и условия, которым должны подчиняться решетки, употребляемые для горения вышеописанных углей.
Energetica VI (1958) Nr. 4, стр. 151

C. Goldenberg: **Возможность применения метода минимальных годовых издержек при определении экономических параметров теплофикационных сетей с горячей водой и влияние капиталовложений.**

Детально рассматриваются капиталовложения которые должны быть приняты во внимание при определении экономических параметров теплофикационных сетей с горячей водой, определяя эти параметры по критерию капложений и срока окупаемости. Устанавливается, что применение критерия минимальных годовых издержек обосновано лишь в случае, когда в системе нет дополнительной установленной электрической мощности. На примере показано, как вести числовой расчет.
Energetica VI (1958) Nr. 4, стр. 159

D. Pavel şi M. Ionescu: **К. вопросу о выборе числа агрегатов в плотинных гидроэлектростанциях.**

Представляется оригинальный технико-экономический метод определения высоты всасывания и числа агрегатов плотинных ГЭС. Дается числовой пример расчета для ГЭС Железные Ворота на Дунае. Метод учитывает грунтовые условия сооружения, турбины, генераторы, механическое оборудование, к. п. д. и производство электроэнергии.
Energetica VI (1958) Nr. 4, стр. 165

ИЗ ОПЫТА ПРЕДПРИЯТИЙ
M. Ionescu: **Опытное определение статизма теплофикационной турбины.**

Дается пример опытного определения статизма теплофикационной и конденсационной турбины с выводом для пара. Приводятся полученные кривые и рекомендуются условия работы регулирующей системы, когда турбины должны работать на основе кривой нагрузки.
Energetica VI (1958) Nr. 4, стр. 172

ДЛЯ НОВЫХ КАДРОВ
M. Zickman şi N. V. Vasilescu. **Расчет нулевой точки одной сети.**

Указываются применения новой теории, разработанной в рамках Энергетического института, нижнерод Диме П., в отношении продолжительных перенапряжений, которые могут появляться в сетях с изолированной нейтралью. Даются методы расчета с целью контроля возможности формирования перенапряжения, определяя таким образом место где нужно производить заземления. Указанные расчеты были внедрены в Румынии при расчете электрических систем.
Energetica VI (1958) Nr. 4, стр. 175

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ ОБЩЕСТВ ИНЖЕНЕРОВ ЭЛЕКТРИКОВ РАЗНЫХ СТРАН
G. Panaitescu: **Десятая эжегодная сессия Общества польских электриков (СЕР) в Катовице,**
Energetica VI (1958) Nr. 4, стр. 187

ДОКУМЕНТАЦИЯ стр. 192

INHALTSVERZEICHNIS

C. F. Powell: **Sendschreiben an die Wissenschaftler.**

N. Pănoiu und C. Cazacu: **Versuche mit Braunkohlenfeuerung in der R.V.R.**

Die Verfasser berichten über die von ihnen auf breiter Grundlage in verschiedenen Industriebetrieben des Landes ausgeführten Versuche mit Braunkohlenfeuerung. Die dabei mit Rosten unterschiedlicher Bauweise erzielten Ergebnisse werden verglichen. Auf Grund der Eigentümlichkeiten der Braunkohlenverbrennung werden die von den für Braunkohlenfeuerung bestimmtem Rosten zu erfüllenden Bedingungen nachgewiesen.
Energetica, VI, (1958) H. 4, S. 151

C. Goldenberg: **Gültigkeitsbereich der für Bestimmung der Wirtschaftlichkeitskennziffern von Heisswasserfernheiznetzen] angewandten Berechnungsmethode der jährlichen Mindestkosten.**

Die für Bestimmung der Wirtschaftlichkeitskennziffern von Heisswasserfernheiznetzen in Frage kommenden Investitionen werden im einzelnen, sowohl vom Standpunkt der Kosten als auch von dem der Abschreibungsfrist untersucht. Es stellt sich heraus dass die Anwendung der Methode der geringsten Jahreskosten nur vertretbar ist, falls dabei keine zusätzliche Leistung ausgebaut werden muss. Das Berechnungsverfahren wird an Hand eines Beispiels durchgerechnet.
Energetica VI, (1958), H. 4, S. 159

D. Pavel und M. Iliescu: **Beitrag zur Bestimmung der Turbinenzahl in Flusskraftwerken.**

Darlegung einer neuen technisch-wirtschaftlichen Methode zur Bestimmung der Saughöhe und der Turbinenanzahl eines Flusskraftwerkes, beispielsweise durchgerechnet für das Eiserne Tor. Die Berechnungsmethode zieht in Betracht: Gründungen, Bauarbeiten, Turbinen, Generatoren, mechanische Ausrüstung, Wirkungsgrade und Energieerzeugung.
Energetica VI, (1958), H. 4, S. 165.

BETRIEBSERFAHRUNGEN
M. Ionescu: **Experimentelle Bestimmung des Statismus einer Fernheizturbine.**

Beispiel einer versuchsweisen Bestimmung des Statismus einer Anzapfkondensationsturbine für ein Fernheizwerk. Die sich ergebenden Diagramme und die Funktionsweise der bei Grundlastfahren erforderlichen Regelungsverfahren werden kurz erörtert.
Energetica, VI, (1958), H. 4, S. 172.

NACHWUCHSSCHULUNG
M. Zickman und P. Vasilescu: **Nullpunktbehandlung einer 60 kV-Leitung.**

Es werden die Anwendungsmöglichkeiten einer neuer von Paul Dimo innerhalb des Energiewirtschaftlichen Instituts entwickelten Theorie über die in Netzen mit isoliertem Nullpunkt auftretenden dauernden Überspannungen erörtert. Der Zweck der Berechnungsbeispiele besteht in der Prüfung der durch Nullpunktbehandlung zu bewirkenden Verhinderung von Dauerüberspannungen sowie in der Bestimmung des optimalen Orts der Nullpunktbehandlung. Die Berechnungsmethode wird in der R. V. R. bei der Plenung von elektrischen Netzen angewendet.
Energetica, VI, (1958), H. 4, S. 175.

BERICHTE VON AUSLÄNDISCHEN NATIONALEN VEREINIGUNGEN ELEKTROTECHNISCHER INGENIEURE:
G. Panaitescu: Die 10. Jahrestagung der Vereinigung Polnischer Elektrotechniker (S. E. P.) in Katowice.
Energetica VI (1958) H. 4 S. 187

DOKUMENTATION S. 192

SOMMAIRE

C. F. Powell: **Message adressé anx savants**
Energetica, VI, (1958) No. 4, p. 149

N. Pănoiu et C. Cazacu: **Combustion des lignites roumains.**

A base d'un abondant matériel expérimental les auteurs présentent les recherches effectuées par eux portant sur la combustion des lignites dans différentes installations industrielles de Roumanie et les résultats obtenus à la combustion de ces combustibles sur grille roulante et sur deux types différents de grilles à poussoir.

Dans la conclusion sont communiqués les aspects spécifiques de la combustion des lignites et les conditions que doivent remplir les grilles adoptées, pour l'utilisation de ces combustibles spécifiques à notre pays.

Energetica VI (1958) No. 4, 151

C. Goldenberg: **La valabilité de l'application de la méthode des dépenses annuelles minimes lors de la détermination des paramètres économiques des réseaux pour chauffage á distance á eau chaude.**

On examine en détail les investitions qui doivent être envisagées lors de la détermination des paramètres économiques des réseaux pour chauffage à distance à eau chaude, en établissant ces paramètres en rapport avec les investitions et leur delai de récupération. L'auteur démontre que l'application du critérium des dépenses annuelles minimes n'est justifiée que dans le cas ou il n'est pas nécessaire d'installer une puissance électrique supplémentaire dans le système. On donne un exemple du calcul.

Energetica VI (1958) No. 4, p. 159

D. Pavel et M. Iliescu: **Contribution á la détermination du nombre de turbines dans les centrales fluviales.**

On présente une méthode technico-économique originale pour déterminer la hauteur d'aspiration et le nombre de turbines dans une usine fluviale, avec application numérique dans le projet de centrale sur le Danube aux Portes de Fer.

La méthode tient compte des fondations, constructions, turbines, générateurs, équipement mécanique, rendement et production d'énergie.

Energetica, VI (1958) No. 4, p. 165.

DE L'EXPERIENCE DES ENTREPRISES

M. Ionescu: **La détermination experimentale du statisme d'une turbine á prise de vapeur pour chauffage á distance.**

L'article fournit un exemple pour la détermination expérimentale du statisme d'une turbine à prise de vapeur. L'auteur présente les courbes obtenues et indique les conditions de fonctionement du système de réglage lorsque la turbine doit fonctionner à la base de la courbe de charge.

Energetica VI (1958) No. 4, p. 172

EN AIDE AUX JEUNES CADRES

M. Zickman et P. Vasilescu: **Traitement du neutre d'une ligne de 60 kV.**

L'article traite des applications de la nouvelle théorie développée par l'ing. P. Dimo dans le cadre de l'Institut d'Energétique dans le cas de surtensions prolongées qui peuvent apparaitre dans les résseaux dont le neutre est isolé. L'auteur donne des exemples de calcul, dont le but est de contrôler si, en traitant le neutre, on elimine la posibilité de formation de ces surtensions, en déterminant de cette manière le point où le neutre doit être traité. Les calculs ont été introduits en Roumanie pour l'élaboration des systèmes l'electriques.

Energetica, VI (1958) No. 4, p. 175.

ACTIVITE DES ASSOCIATIONS NATIONALES D'INGENIEURS ELECTRICIENS D'AUTRE PAYS

G. Panaitescu: **LaX-ème session annuelle de l'Association des Electriciens Polonais (S.E.P.) á Katowice.**

Energetica VI (1958) No. 4, p. 187

DOCUMENTATION, p. 192

CONTENTS

C. F. Powell: **Message to the scientists**
Energetica, VI, (1958) No. 4, p. 149

N. Pănoiu und C. Cazacu: **Combustion of Roumanian lignites.** On the basis of an abundant experimental material the authors present the investigation made in connection with the combustion of lignites in various industrial plants of Roumania and the results obtained by the combustion of this fuel on travelling grates and on two different types if under-feed stockers.

In the conclusion are discussed the specific aspects of the combustion of these lignites and the conditions to be fulfilled by the grates in view of the utilization of this specific fuel of our country.

Energetica VI. (1958) No. 4, p. 151

C. Goldenberg: **The suitable application of the method of annual minimal expenses in the economic parameters determination in district hot water heating systems.**

The paper examines in detail the investments which must be considered when determining the economic parameters of district hot water heating systems, by settling these parameters in accordance with the investements and their term o return. The author points out that the application of the criterion of annual minimal expenses is justified only when there is no need to install supplementary electric power in the system. The numerical computation is shown by an example.

Energetica VI (1958) No. 4, p. 159

D. Pavel and M. Iliescu: **Contribution to the turbines number settling in river powerplants**

The authors present an original technical-economical method for determining the height of suction and the number of turbines in a river powerplant, with numerical application in the development of the Danube at the Iron Gates. The method considers the foundations, constructions, turbines, generatores, mechanical equipment, yieldings and production of energy.

Energetica, VI (1958), No. 4, p. 165

MANAGING EXPERIENCE

M. Ionescu: **Experimental determination of the statism of a district heating extraction turbine.**

The author presents an exemple for determining experimentally the statism of an district heating extraction turbine. He gives the curves obtained and shows the working conditions of the regulating system, when the turbine works in the load-curve base.

Energetica, VI (1958) No. 4, p. 172

YOUNG SPECIALISTS TRAINING

M. Zickman and P. Vasilescu: **The treatment of the insulated neutral in a 60 kV network**

The paper deals with the application of the new theory developped by Eng. P. Dimo from the Energetic Institute, referring to prolonged overvoltages which may occur in networks with insulated neutral. It also presents patterns of computation, the aim of which is to check if the possibility of these overvoltages formation has been eliminated in the case of treated neutral, thus determining the spot where the neutral is to be treated. Such computations have been introduced in Roumania for electric systems designing.

Energetica, VI (1958) No. 4, p. 175

THE ACTIVITY OF FOREIGN NATIONAL ASSOCIATIONS OF ELECTRICAL ENGINEERS

G. Panaitescu: **The Xth yearly session of the Polish Association of Electricians (S.E.P.) in Katowice.**

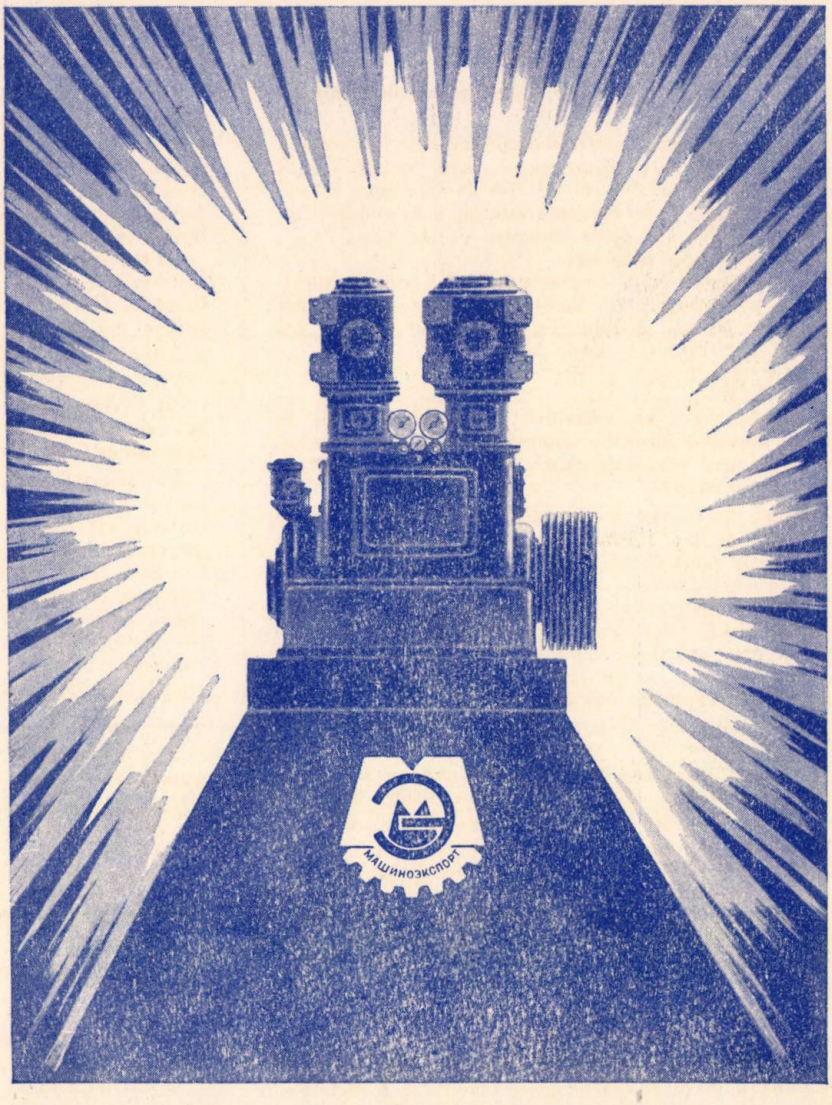
Energetica, VI (1958) No. 4, p. 187

DOCUMENTATION p. 192

MŰSZAKI FŐISKOLA ORSZÁGOS MŰSZAKI KÖNYVTÁRA 1958

VSESOJUZNOJE
OBJEDINENIJE

MACHINOEXPORT



exportă:

compresoare
şi ventilatoare
compresoare:
de aer
de gaz
fixe
mobile
turbosuflante
suflante de gaz
ventilatoare
exhaustoare
pompe de fum

exports:

compressors and
fans
compressors:
air compressors
gas compressors
stationary compressors
portable compressors
turbo air blowers
gas blowers
fans
exhausters
induced draught fans

În toate problemele de achiziţionare a utilajului vă rugăm să vă adresaţi pe adresa:

Please address all enquiries in connection with purchasing equipment to:

V/O MACHINOEXPORT
Smolenskaya–Sennaya Ploschad 32/34

MOSCOVA, G–200
Adresa telegrafică: Maşinoexport Moscova

MOSCOW, G–200
Cable address: Machinoexport Moscow

LEI 5

E2039

ENERGETICA

5

1958

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

1. *Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*
2. *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*
3. *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*
4. *Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.*
5. *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.*
6. *În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*
7. *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.*
8. *Citirea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*
9. *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.*
10. *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.*
11. *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.*
12. *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*
13. *Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.*
14. *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*
15. *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.*
16. *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.*

Revista „ENERGETICA", organ a Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele — Departamentul Energiei Electrice. — Redacția: București, Str. Ion Ghica nr. 3, Raionul Tudor Vladimirescu, Telefon: 3.07.30, 3.07.28 și 6.78.78. — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 3.48.00. — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară, precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul Central A.S.I.T. 071012 D.O.C. — B.R.P.R. — Tarif Pentru întreprinderi: lei 96 anual. Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual. Prețul unui exemplar: lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 3, București.

E 2033

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 5 MAI 1958

SUMAR

*** : 1 Mai 1958 197

S. Andrzejewski : Perspectivele dezvoltării sectorului energiei electrice din Polonia 198

N. Antonescu : Cazanul „Vuia". Caracteristici termice și hidrodinamice 202

P. Rașcu : Construcția reactorului nuclear și a ciclotronului Institutului de Fizică Atomică din R.P.R. 208

L. Groza, G. Moraite și *Am. Hoață*: Determinarea prin încercări pe viu a comportării unei rețele electrice la fenomene dinamice și compararea rezultatelor cu valorile calculate prin procedeul analizei grafice Dimo. 211

S. Ionescu și *F. Manea* : Folosirea unui generator echivalent pentru simplificarea schemei rețelelor electrice în studiul stabilității statice 220

DIN EXPERIENȚA ÎNTREPRINDERILOR

C. Dinulescu : Scurtarea timpului de pornire a agregatelor energetice din centralele termoelectrice cu abur 224

A. Filotti : Construcții hidroenergetice în R. P. Bulgaria 229

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T

G. Panaitescu : Consfătuirea A.S.I.T. cu tema : „Asigurarea consumului de energie electrică cu parametri normali 235

DOCUMENTARE 237

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. ing. **I. D. Stăncescu** redactor responsabil, conf. ing. **C. Mihăileanu** redactor responsabil adjunct, ing. **N. Armencoiu**, conf. ing. **I. A. Badea**, prof. ing. **M. Bercovici**, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu**, ing. **V. Cozelciuc**, ing. **P. Dimo**, prof. ing. **C. Dinculescu**, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Herescu**, conf. ing. **N. Moldoveanu**, prof. ing. **C. Penescu**, ing. **P. Vicol**, prof. ing. **I. Vlădea**

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ОБМЕН - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - СМЕНА

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 5
MAI

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

MAGYAR-OSZ. MŰSZAKI KÖNYVTÁR

1 Mai 1958

Oamenii muncii din țara noastră, împreună cu masele muncitoare din lumea întreagă, serbează la 1 Mai ziua solidarității internaționale a celor ce muncesc, ziua frăției muncitorilor din toate țările.

De 69 ani, oamenii muncii sărbătoresc an cu an ziua de 1 Mai, fixată în 1889 la Congresul de la Paris al socialiștilor din toate țările, ca simbol al unirii tuturor celor ce muncesc, în lupta comună pentru eliberarea din lanțurile capitalismului.

1 Mai 1958 găsește pe oamenii muncii din lumea întreagă uniți într-un țel comun: lupta pentru pace, lupta pentru înlăturarea primejdiei unui nou război mondial, lupta pentru încetarea experiențelor cu armele atomică și termonucleară și utilizarea acestor forme noi de energie în scopuri pașnice, aducătoare de viață și bunăstare.

În fruntea acestei lupte se găsește în permanență Uniunea Sovietică, care cu consecvență luptă pentru cauza comună a lagărului păcii și socialismului. Seria de propuneri concrete făcute de Uniunea Sovietică pentru slăbirea încordării internaționale și pentru încetarea experiențelor cu armele atomică și termonucleară dovedesc cît de mult dorește Uniunea Sovietică ajungerea la o înțelegere între țări, bunăstarea și ridicarea nivelului de trai al oamenilor muncii de pretutindeni.

Cursa înarmărilor, încordarea politicii internaționale și neliniștea din țările capitaliste nu fac decît să ducă la criza economică, la scăderea standardului de viață și la șomaj, precum o arată veștile primite zilnic din țările capitaliste.

De 1 Mai, în patria noastră, poporul muncitor face un bilanț al realizărilor de ansamblu și pe fiecare ramură de activitate se constată că această zi este sărbătorită în condițiile unui mare avînt politic și în muncă.

Călăuzindu-se după directivele Marelui Lenin cu privire la rolul electrificării în construirea socialismului, Plenara din 26 octombrie 1950 a Comitetului Central al P.M.R. a dezbătut și aprobat planul de electrificare întocmit pentru o perioadă de 10 ani. Acest plan este în plină desfășurare și de la an la an cresc realizările.

Față de anul 1956 puterea instalată a centralelor din R.P.R. a crescut în 1957 cu 8,17% iar energia produsă a crescut cu 9,85%. Continuînd dezvoltarea consumului de energie și în anii ce urmează se va depăși desigur în 1960 sarcina trasată prin planul de electrificare de a se produce în 1960 7 miliarde kWh.

Sînt în curs studii și proiecte pentru dezvoltarea centralelor existente de mare randament și construcția unor centrale noi termo și hidroelectrice pentru acoperirea consumurilor de energie care sînt în permanentă creștere, toate încadrate în planul de perspectivă pînă în 1975.

In cel de-al II-lea plan cincinal se prevede instalarea în centrala hidroelectrică „V. I. Lenin" de la Bicaz a primelor agregate însumînd 110.000 kW, urmînd ca în anii ce urmează să se instaleze și restul de 100.000 kW.

Consumul specific de combustibil va fi redus în centralele Departamentului Energiei Electrice de la 690 g/kWh la 500 g/kWh combustibil convențional, prin îmbunătățirea exploatării centralelor și instalarea de unități de mare randament, precum și prin aplicarea termoficării industriale și urbane. Se vor construi încă 3.200 km linii de 110 kV și 35 kV. Se vor începe lucrările pentru amenajarea resurselor hidroenergetice ale Dunării. Se va pregăti folosirea energiei nucleare în centrale atomoelectrice.

Astfel clasa muncitoare din țara noastră sărbătorește ziua de 1 Mai, ziua solidarității internaționale a oamenilor muncii, punîndu-și toată priceperea și capacitatea creatoare în slujba înfloririi științei și tehnicii, pentru propășirea scumpei noastre patrii.

621.331.1(438)

Perspectivele dezvoltării sectorului energiei electrice din Polonia

STANISLAW ANDRZEJEWSKI *) — Varşovia

Pornind de la dezvoltarea preliminată pînă în 1975 a producţiei de energie electrică a Poloniei, autorul examinează liniile de dezvoltare ale sectorului energiei electrice, din punctul de vedere al construcţiei centralelor termoelectrice, a puterilor unitare şi parametrilor echipamentului principal, a concepţiei de ansamblu a centralelor şi a industriei de echipament energetic.

1. Introducere

Pentru a examina dezvoltarea sectorului energiei electrice din punctul de vedere al consumului de energie şi al tendinţelor de viitor în domeniul construcţiei centralelor electrice, trebuie plecat de la stadiul actual, trebuie considerată dezvoltarea pînă în prezent şi trebuie extrapolate acestea pentru perioada următoare de planificare.

La aprecierea tendinţelor de dezvoltare nu trebuie utilizate numai rezultatele obţinute în propria ţară, dar şi rezultatele obţinute în alte ţări, mai ales în cele dezvoltate în acest domeniu al tehnicii.

Desfăşurarea pînă în prezent a realizărilor şi starea actuală a sectorului energiei electrice din Polonia au fost foarte bine prezentate în articolul prof. ing. I. D. Stăncescu [1].

2. Dezvoltarea producţiei de energie electrică în Polonia

Producţia de energie electrică a Poloniei a fost de 17,4 TWh la finele anului 1955, adică la finele planului de şase ani, creşterea medie anuală fiind de 14%. Trebuie presupus că în perioada următoare această creştere relativă va fi din ce în ce mai mică, de ordinul 10—11% anual. Aceasta înseamnă că producţia de energie electrică se dublează în Polonia în şapte ani. Este probabil ca acest coeficient să scadă cu timpul din ce în ce mai mult.

Pe această bază se pot determina valorile probabile ale producţiei de energie electrică în viitor. Rezultă astfel cifrele din tabela 1.

Tabela 1

Dezvoltarea producţiei de energie electrică

Anul	Producţia, TWh	Creşterea anuală medie, %
1955	17,4 (realizat)	13,3
1960	28,5	11,0
1965	42	8,0
1970	60	7,4
1975	85	7,0

*) Docent universitar, inginer şef al Institutului pentru cercetări nucleare.

Durata de utilizare anuală este actualmente mărită în mod artificial, prin limitarea consumului de energie, în special în orele de vîrf. Este sigur că în viitor ea va scădea. În prezent există în centralele vechi, în care aproape ca regulă debitul cazanelor este mult mai mic decît consumul de abur al turbinelor, o diferenţă însemnată între puterea instalată şi puterea disponibilă. Această diferenţă se va egaliza cu timpul, ceea ce va produce o mărire a duratei de utilizare a puterii instalate. Astfel că în ansamblu durata de utilizare a puterii instalate se va modifica numai puţin.

Dacă se ţine seama de aceasta, precum şi de ceilalţi factori, se poate calcula puterea instalată a reţelei interconectate a Poloniei (tabela 2).

Tabela 2

Dezvoltarea puterii instalate

Anul	Puterea, MW	Observaţii
1955	4028	realizat
1960	6700	planificat
1965	10000	,,
1970	15000	,,
1975	21000	,,

Luînd în considerare puterea centralelor care urmează a fi demontate, se poate constata că în actualul cincinal trebuie pusă în funcţiune o putere totală de 3000 MW şi în perioada 1960—1965 cca 4000 MW.

Această mare dezvoltare a sectorului energiei electrice cere cheltuieli mari, deoarece în celelalte ţări costurile se ridică în general la 150 dolari/kWinst. În medie suma necesară este de cca 80 milioane dolari pe an în actualul cincinal şi 120 milioane dolari în cincinalul următor.

Mărirea producţiei de energie va influenţa puternic consumul de huilă, deoarece în prezent huila reprezintă singura sursă de energie a Poloniei. Aceasta va aduce necesitatea de a cerceta noi surse de energie. În prezent se dezvoltă puternic extracţia de cărbuni bruni şi se proiectează construcţia de centrale atomice.

3. Liniile directoare pentru construcţia centralelor electrice

Cifrele citate şi comentate mai sus privind consumul ridicat de energie electrică şi consumul de cărbune legat de el influenţează puternic construcţia multor centrale electrice.

Noile centrale construite trebuie să aibă un randament ridicat, pentru a reduce la minim consumul de combustibil, deoarece cota parte a costului combustibilului devine din ce în ce mai mare în componenţa preţului de cost. Combustibilul trebuie să fie cît mai ieftin, adică inferior.

Deoarece costurile pentru construcţie trebuie să fie cît mai limitate, centralele electrice trebuie construite ieftin. Grupurile trebuie să aibă o mare elasticitate, deoarece se prevede o dublare a puterii la cîte şapte ani. Peste şapte ani unităţile date acum în exploatare vor face parte din jumătatea mai slabă a echipamentului. Aceasta înseamnă că cca 50% din unităţi vor fi mai noi şi deci mai economice.

Grupurile care lucrează acum ca unităţi de bază vor funcţiona peste şapte ani ca unităţi de vîrf şi ca atare vor fi oprite zilnic seara şi vor fi pornite dimineaţa. Aceasta necesită o mare elasticitate a grupurilor.

Unităţile nu trebuie să fie numai ieftine, elastice şi economice, dar trebuie să fie şi sigure în exploatare. În cazul avarierii unui grup, sarcina va fi preluată de grupurile vechi de rezervă. Acestea au de regulă un randament scăzut şi cer multe lucrări de întreţinere şi reparaţii. Cu cît diferenţa între costurile de instalare este mai mare, cu atît se plăteşte mai mult pentru oprirea unui grup nou şi cu atît este mai importantă problema disponibilităţii. În condiţiile din Polonia, unde centralele de rezervă sînt foarte vechi, un grad înalt de disponibilitate este mult mai important decît un randament ridicat (gradul de disponibilitate este raportul dintre durata anuală de utilizare sau de disponibilitate, exprimată în ore şi 8760).

Dacă se transpun aceste cerinţe asupra noilor lucrări, aceasta înseamnă că noile centrale trebuie echipate cu grupuri de puteri cît mai mari şi de parametri cît mai ridicaţi, construcţia trebuie însă să fie încercată, pentru a garanta o disponibilitate ridicată.

4. Puterea turbinelor şi debitul cazanelor

Tendinţa generală de a instala unităţi cît mai mari este foarte naturală. Ea conduce la economii de investiţii, scurtează durata de construcţie, micşorează costurile de exploatare şi în acelaşi timp măreşte randamentul, nu numai datorită randamentului mai mare al marilor cazane şi turbine, dar mai ales prin posibilitatea aplicării de parametri ridicaţi ai aburului. Experienţa din străinătate, de ex. Marea Britanie, este o dovadă pentru aceasta. Cu cît unităţile sînt mai mari, cu atît şi randamentul este mai mare, iar costul de instalare este mai mic, ceea ce reiese din datele tabelei 3 [2].

Tabela 3

Caracteristici de centrale executate

Puterea unitară a grupurilor, MW	Parametrii aburului, ata/°C/°C	Consum specific de căldură, kcal/kWh netă	Cost specific, $/kW inst.
30	42/454	3140	211
60	63/482	2800	173
100	105/565	2550	165
100	105/525/510	2500	153
120	105/538/538	2450	152
200	165/565/538	2320	140

Aceste rezultate sînt confirmate şi de experienţa din Polonia. Evaluarea costurilor noilor centrale electrice, echipate cu grupuri de 100 MW cu randament ridicat, dovedeşte că sînt mai ieftine ca centralele echipate cu grupuri mai mici.

Este sigur că, din motive de rezervă, asemenea turbine mari nu pot fi instalate în orice reţea

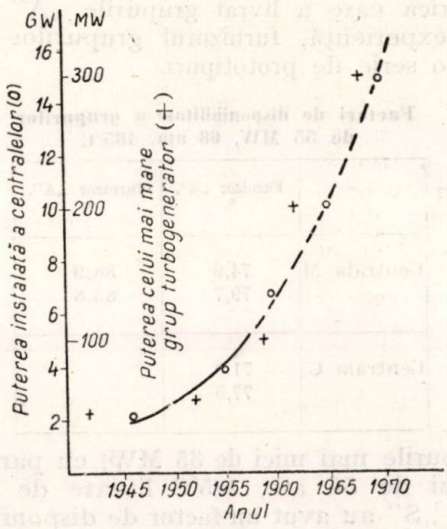


Fig. 1. Evoluţia puterii instalate a centralelor şi a puterii unitare a grupurilor.

interconectată. S-a presupus că puterea turbinei celei mai mari nu poate depăşi 7—10% din puterea centralelor interconectate.

În condiţiile din Polonia, unde întreaga ţară este acoperită de o reţea de 110 şi 220 kV, ea poate fi considerată ca un sistem energetic unitar.

La instalarea de grupuri mari trebuie avută în vedere capacitatea de transport a liniilor de înaltă tensiune, care trebuie să fie suficient de mare pentru ca în cazul unei întreruperi a unui grup mare, să asigure transportul puterii de rezervă necesare (fig. 1).

În prezent se pot instala în sudul ţării, unde reţeaua interconectată este puternică, unităţi de 100 şi chiar 200 MW.

Nu trebuie însă uitat că construcţia grupurilor mari este legată de mari dificultăţi. Execuţia unei piese mari forjate fără defect pentru rotor este foarte dificilă. Şi într-o ţară cu o tehnică foarte înaintată ca SUA au existat unele grave avarii datorite dificultăţilor de execuţie, ca de ex. explozia rotorului de joasă presiune a unei turbine de 160 MW din centrala Ridgeland, lîngă Chicago. La explozia rotorului au fost avariate şi celelalte trei unităţi, ceea ce a dus la întreruperea unei puteri de 640 MW şi a impus limitarea consumului de energie. La fel de complicată este fabricaţia paletelor mari ale ultimelor rînduri. Chiar şi la turbine construite de fabrici foarte cunoscute nu sînt rare avariile datorite acestor palete.

Ţinînd seama de disponibilitate, trebuie procedat foarte prudent la alegerea mărimii grupurilor şi mai ales trebuie evitate prototipurile. O bună dovadă pentru aceasta o constituie cifrele de mai jos, privitoare la factorul de disponibilitate a două tipuri de turbine de 55 MW, instalate în centralele poloneze. Parametrii aburului erau aceiaşi : 68 ata, 485°C.

Fabrica care a livrat grupurile „A" avea o bună experienţă, furnizorul grupurilor „S" a livrat o serie de prototipuri.

Tabela 4

Factori de disponibilitate a grupurilor de 55 MW, 68 ata, 485°C

	Furnizor „S", %	Furnizor „A", %
Centrala M	74,9 79,7	88,9 85,8
Centrala C	71,0 77,5	

Grupurile mai mici de 35 MW, cu parametrii aburului de 56 ata, 485°C livrate de aceeaşi fabrică „S" au avut un factor de disponibilitate de 92,7%. Toate acestea au fost luate în considerare şi s-a hotărît ca în Polonia să se instaleze unităţi de 50 MW numai pînă în anul 1963. Mai tîrziu se vor instala numai grupuri de 100 şi 200 MW.

Primul grup de 100 MW va fi pus în funcţiune în centrala Skawina în anul 1958 sau cel mai tîrziu în 1959. În anul 1962/1963 se va pune în funcţiune primul grup de 200 MW (comandat în URSS). Cu multă probabilitate vor fi instalate în jurul anului 1970 primele grupuri de 300—400 MW.

În viitorii 10 ani cel mai răspîndit grup pentru sarcina de bază va fi grupul cu o putere de 120 MW. El va fi produs de fabrica din Elblag, unde se construiesc în prezent turbine cu condensaţie şi prize reglabile de 25 MW, 90 ata, 500°C şi turbine de condensaţie de 50 MW, 90 ata, 535°C.

5. Parametrii aburului

Este de la sine înţeles că cu cît grupurile sînt mai mari, cu atît cresc şi parametrii aburului. Se poate constata că fiecărei mărimi de grup îi corespund nişte parametri optimi. Parametrii prea scoborîţi nu permit atingerea randamentului corect. Parametrii prea ridicaţi măresc mult costul de investiţie şi de asemenea nu pot conduce randamentul la scurtat.

Grupurile turbogeneratoare cu o putere de 145 MW 165 ata, 595°C, cu supraîncălzire inter-

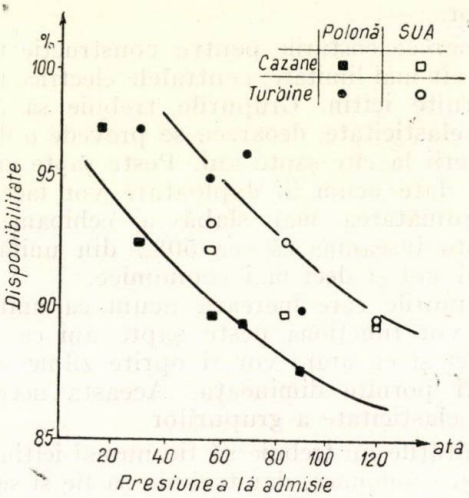


Fig. 2. Disponibilitatea centralelor în funcţie de parametrii aburului

mediară la 565°C din centrala americană Kearney au un randament de 35,9% faţă de 37,1% al grupurilor de 100 MW 127 ata, 538°C cu supraîncălzire intermediară la 538°C din centrala Potomac River. Nu trebuie uitat că cu cît parametrii sînt mai ridicaţi, cu atît disponibilitatea este mai mică. Aceasta este evidenţiat atît de experienţa americană, cît şi de cea poloneză (fig. 2).

Alegerea temperaturii corecte a aburului nu produce dificultăţi. Ca punct de plecare trebuie considerate normele pentru abur,adoptate la München de Comisia Electrotehnică Internaţională (CEI). Pentru turbine cu o putere mai mare de 50 MW s-au admis două temperaturi ale aburului, 535° şi 565°C (1000 şi 1050° F). La temperatura de 535°C toate piesele ansamblului cazan-turbină pot fi construite din oţeluri feritice slab aliate şi relativ ieftine.

La temperatura de 565°C înaintea turbinei şi 570°C după supraîncălzitor, temperatura ţevilor supraîncălzitorului ultimei secţiuni va depăşi 600°C. Aceste ţevi trebuie executate din oţel austenitic foarte scump şi care dă greutăţi la prelucrare.

Temperatura admisă în Polonia va fi de 535°C, atît pentru turbinele de 50 MW, cît şi pentru cele de 120 MW. La grupurile de 120 MW supra-

încălzirea intermediară va fi de 535°C. Grupurile turbogeneratoare de 200 MW vor fi construite pentru o supraîncălzire de 565°C, deşi pentru primele unităţi aceasta a fost scoborîtă la 535°C.

Faţă de seria de presiuni adoptate de CEI : 89, 105, 127, 141, 165 ata, s-au adoptat în Polonia valorile : 89, 127 şi 165 ata. În acest mod rezultă seria de grupuri dată în tabela 5.

Tabela 5

Parametrii noilor grupuri

Putere, MW	Presiune, ata	Supraîncălzire, °C	Supraîncălzire intermediară, °C
50	90	535	—
120	127	535	535
200	165	565	565

În prima perioadă, turbinele cu o putere de 100—200 MW vor fi importate din străinătate. Temperatura aburului depinde de furnizor. Furnizorii din R. F. Germană oferă grupuri de 100 MW cu temperatură nominală de 525—530°C şi o supraîncălzire intermediară cu 5°C mai scoborîtă. Grupurile englezeşti au o putere de 120 MW şi cu supraîncălzire şi supraîncălzire intermediară de 537°C. Unităţile din Franţa au o putere de 125 MW şi o temperatură a aburului de 540°C.

Toate aceste grupuri vor fi livrate după anul 1960. Dar încă în anul 1958—1959 se vor instala primele grupuri sovietice de 100 MW, de tipul VK—100, pentru 90 ata, 500°C. În etapa a doua a construcţiei centralelor electrice se vor instala grupuri de aceeaşi putere, dar cu parametri 90 ata, 535°C (fără supraîncălzire intermediară).

În actualul cincinal se mai reconstruiesc centrale avariate în timpul războiului. Clădirile existente nu permit instalarea de unităţi oricît de mari. Pentru o astfel de centrală, Blachownia, au fost comandate, ca ultime două grupuri, maşini cu o putere de 70 MW. Acestea erau cele mai mari unităţi care puteau fi instalate în clădirile existente.

Aceste turbine sînt construite pentru o presiune de 181 ata, supraîncălzirea de 530°C şi supraîncălzirea intermediară de 525°C, primind abur de la cazane Benson. Exploatarea acestei instalaţii va permite culegerea de date interesante privind funcţionarea instalaţiilor de foarte înaltă presiune. Aceasta este important pentru trecerea ulterioară la presiuni supracritice.

6. Sistemele aplicate

Toate centralele proiectate în prezent se construiesc ca centrale bloc. Aceasta înseamnă că fiecare grup turbogenerator, împreună cu preîncălzitoarele regenerative, pompele de alimentare şi cazanul reprezintă o unitate de sine stătătoare, care nu va fi legată de unităţile învecinate nici pe partea de abur, nici pe partea de apă de alimentare.

Pompele de alimentare cu un debit de 2 × × 100% sau 3 × 50% vor fi prevăzute exclusiv cu acţionare electrică. Toate serviciile interne vor fi alimentate de 2 surse independente de energie. În cazul întreruperii alimentării normale se cuplează automat alimentarea de rezervă.

Pentru reducerea consumului serviciilor interne s-a acordat o mare atenţie randamentului tuturor pompelor şi ventilatoarelor. Pompele de alimentare cu un randament de peste 75% vor fi antrenate prin intermediul unui cuplaj hidraulic, ceea ce asigură şi la sarcini parţiale un randament bun.

Ventilatoarele comandate pînă în prezent au în general un randament de 80% şi sînt echipate cu un reglaj aerodinamic economic.

S-au efectuat încercări şi cercetări privind morile de cărbune. Centralele utilizînd cărbune de o umiditate nu prea mare şi cu un conţinut mic de pirită vor fi echipate cu mori de turaţie medie. Centralele arzînd cărbune inferior, cu conţinut ridicat de cenuşă, conţinut de sulf pînă la 5% şi umiditate pînă la 24%, au fost echipate pînă în prezent cu mori cu bile şi buncăre intermediare de praf.

Se fac acum încercări pentru echiparea acestor centrale cu mori de turaţie lentă, deoarece acestea sînt mai economice în exploatare.

S-au efectuat studii asupra aplicării turnurilor de răcire cu tiraj forţat, în loc de turnuri de răcire cu tiraj natural.

Alegerea îngrijită a instalaţiilor serviciilor interne trebuie să limiteze consumul de energie pentru serviciile interne la mai puţin de 8% ; în centralele existente cu parametri ridicaţi această cifră atinge uneori 10% şi mai mult.

7. Centralele de termoficare

Pînă acum s-au examinat instalaţiile de condensaţie. Se construiesc însă multe centrale de termoficare industrială şi urbane mici, precum şi cîteva centrale de termoficare mari.

Micile centrale de termoficare industrială se echipează cu cazane cu grătar, cu un debit de 16 şi 32 t/h, parametrii aburului fiind de 36 ata, 435°C. Se ia în considerare o ridicare a presiunii aburului pentru cazanele de 32 t/h.

Cazanele cu un debit de 64 t/h se construiesc pentru parametri 100 ata, 510°C (90 ata, 500°C înaintea turbinei).

Centralele de termoficare urbană actualmente în construcţie sînt concepute pentru 90 ata, 500°C. Se examinează modificarea schemei termice. În schema existentă (vezi articolul prof. Stăncescu [1]) preîncălzitoarele de bază erau alimentate cu abur de priză cu presiunea de 1,2—2,5 ata. Preîncălzitoarele de vîrf, care nu lucrează decît cca 1000 ore pe an, erau alimentate cu abur viu trecut prin reductor.

În centrala de termoficare nou proiectată, aceste preîncălzitoare sînt concepute ca niște simple cazane La Mont de apă fierbinte.

În acest fel debitul cazanelor scumpe de înaltă presiune a scăzut cu 30% și ele au fost înlocuite cu cazane La Mont fără tambur, ieftine.

8. Dezvoltarea industriei de echipament energetic

În timpul cincinalului următor 1960—1965, majoritatea instalațiilor pentru centralele electrice va fi executată în Polonia. Fabrica de turbine din Elblag, precum și marea fabrică de cazane din Racibórz, nou construită, au o capacitate de producție și o înzestrare absolut suficiente pentru a acoperi necesarul țării de turbine și cazane, de calitatea dorită. Noua fabrică de armături și alte fabrici asemănătoare și-au început producția și livrează sectorului energiei electrice armături, pompe etc.

Aceste străduințe sînt de înțeles dacă se ține seama de faptul că Polonia ocupă al șaptelea loc din lume ca producție de energie în centrale termoelectrice, după SUA, URSS, Germania, Anglia, Franța și Japonia. Celelalte țări, ca de ex. Canada, Italia, Suedia au mai ales centrale hidroelectrice și puține centrale termoelectrice.

Producția marilor fabrici de cazane, turbine și a altor fabrici de mașini s-a dezvoltat pe baza de licențe ale construcțiilor încercate, atît sovietice cît și vest-europene. Fabricile de cazane acoperă acum întregul necesar de cazane, de orice debit (pînă la 660 t/h) și orice presiune. Fabrica de turbine a executat anul trecut prima turbină de condensație și prize de 25 MW, 90 ata, 510°C după o licență sovietică și multe turbine mai mici. În construcție se găsește turbina de condensație de 50 MW, 90 ata, 535°C tot după o licență sovietică, urmînd a se pune în funcțiune în anul viitor.

În 1961 va fi construită prima turbină de 120 MW, 127 ata, 535°C, cu supraîncălzire la 535°C, după o licență englezească.

Concomitent se execută intense cercetări privind modernizarea și perfecționarea serviciilor interne. Se speră că în cincinalul 1961—1965 sectorul energiei electrice din Polonia va fi în mare parte independent de import și primele rezultate bune obținute în exploatarea cazanelor și turbinelor poloneze de înaltă presiune permit să se spere că instalațiile indigene vor fi de o calitate ireproșabilă.

Bibliografie

[1] Stăncescu D. I.: *Realizări și preocupări energetice în Polonia.* Energetica, an. 5 (1957), nr. 2, pag. 52—62.

[2] Brown F.H.S. și Booth E.I.: *Centrale termoelectrice pe cărbuni și pe păcură.* Engineering and boiler house review, vol. 72 (1957), nr. 7, pag. 237—240

621.181

Cazanul „Vuia"

Caracteristici termice și hidrodinamice*)

*NICOLAE ANTONESCU***) — București

Se expun, pe baza rezultatelor cercetărilor întreprinse asupra unui prototip experimental, caracteristicile termice și hidrodinamice ale cazanului Vuia. De asemenea, se analizează din punct de vedere istoric importanța concepției termoenergetice a lui Traian Vuia, care, prin ideile și realizările sale, este un mare pionier al termoenergeticii moderne.

Traian Vuia, constructorul și aviatorul romîn care a făcut una din cele mai valoroase realizări în domeniul începuturilor aviației, zborul mecanic complet, a fost și un precursor de seamă al concepțiilor moderne în termoenergetică și în construcția de cazane.

Pornind acum 50 de ani de la ideea folosirii unui grup cazan-turbină de abur pentru rezolvarea problemei tracțiunii de avioane, Traian Vuia cu intuiția sa tehnică deosebită a enunțat principalele idei călăuzitoare și în prezent în termoenergetică și în construcția de cazane. Într-adevăr, Vuia a văzut că pentru rezolvarea problemei tracțiunii cu abur nu era suficientă perfecționarea cazanelor existente în acele timpuri, ci trebuiau găsite soluții calitativ noi. Astfel, pentru a realiza un ciclu economic, trebuiau ridicați parametrii aburului mult deasupra celor uzuali în acea vreme, iar pentru economia de material și reducerea greutății unui cazan mobil singura soluție judicioasă era utilizarea schemei de străbatere forțată. Cu cazanul său cu străbatere forțată și producînd abur la presiunea de 190 at și 500°C temperatură, Traian Vuia, într-una din broșurile sale explicative, arată că

*) Lucrare de cercetare efectuată în cadrul Institutului de Energetică cu colaborarea tov. ing. C. Haiduc, ing. E. Kimmel și ing. L. Costea

**) Inginer, șef de sector cercetări cazane. Institutul de Energetică al Acad. R.P.R.

poate reduce consumul de abur la 2,5 kg/cvh şi greutatea totală a cazanului la 1 kg/cv.

Ridicarea parametrilor aburului la valori cît mai înalte şi demonstrarea economicităţii acestei măsuri nu a fost însă singura realizare a lui Traian Vuia ; pentru a micşora cît mai mult gabaritele cazanului său el a emis ideea şi a realizat practic intensificarea principalelor procese termice din interiorul cazanului. Descoperind efectul de intensificare a arderii în prezenţa pereţilor incandescenţi, Vuia concepe un focar tubular metalic în care încărcarea termică ce se poate obţine este de aproape 1 000 ori mai mare ca în focarele cazanelor obişnuite şi respectiv volumul de tot atîtea ori mai redus la o aceeaşi producţie. În continuare, pentru intensificarea schimbului de căldură între gaze şi ţevi, Vuia adoptă soluţia de mărire a vitezei de circulaţie a gazelor pînă la peste 100 m/s, soluţie justificată în cazul cazanelor destinate tracţiunii, deoarece consumul ridicat de putere la grupul de alimentare din cauza pierderilor mari de presiune este compensat de reducerea în greutate a cazanului prin micşorarea suprafeţei de schimb necesare.

Putem spune că atît pentru epoca în care a fost realizat, cît şi pentru zilele noastre, cazanul Vuia reprezintă o soluţie remarcabilă de cazan transportabil cu destinaţie specială.

1. Descrierea cazanului

Din punct de vedere constructiv, cazanul Vuia este constituit dintr-un focar de tip tubular în care are loc combustia şi patru camere inelare concentrice în care sînt plasate serpentinele de ţevi prin care circulă apa şi aburul.

În focarul tubular are loc arderea amestecului de combustibil lichid sau gazos şi aer. Datorită atît temperaturii ridicate din interiorul tubului cît şi temperaturii ridicate a gazelor din exterior, tubul focar lucrează la un regim termic foarte ridicat, aproximativ 1 200—1 300°C, ceea ce constituie condiţia esenţială pentru realizarea unei combustii intensive. Din cauza regimului termic ridicat, tubul focar trebuie construit dintr-un material termorezistent cu conţinut bogat de Cr, Ni, Mo şi V.

Gazele de ardere, după ce părăsesc tubul focar, circulă succesiv prin cele patru camere inelare concentrice în care sînt plasate serpentinele traseului apă-abur. Aceste camere sînt delimitate de cămăşi cilindrice de tablă prinse alternativ de capacul superior şi de capacul inferior, astfel că gazele sînt obligate pentru a parcurge cele patru camere să efectueze patru întoarceri de 180°C. Prima cămaşă, cea mai apropiată de tubul focar, datorită regimului termic ridicat la care lucrează, este confecţionată din tablă de oţel termorezistent ; celelalte sînt confecţionate din oţel obişnuit.

Traseul apă-abur este compus din mai multe ţevi continue montate în paralel. Numărul de ţevi este funcţie de debitul cazanului, alegîndu-se în mod normal o productivitate de 100 kg/h abur pe fiecare ţeavă. Ţevile sînt răsucite în patru serpentine cu spire lipite plasate în cele patru camere de circulaţie a gazelor ; trecerile dintr-o serpentină în alta se fac exterior prin racorduri demontabile prevăzute cu îmbinări olandeze.

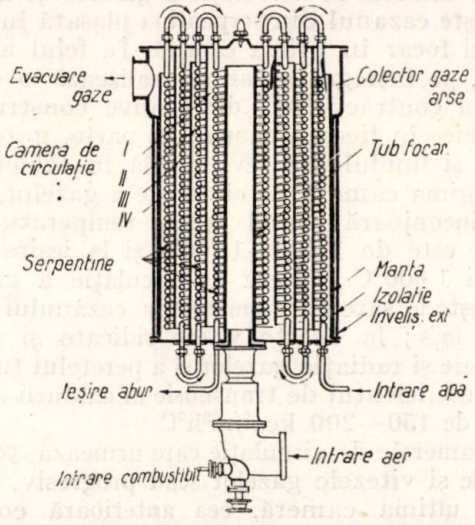


Fig. 1. Schema constructivă a cazanului Vuia.

Diametrul ţevilor utilizate este de $\varnothing 12 \times \varnothing 10$ pentru primele trei serpentine considerate în sensul circulaţiei apei, iar ultima serpentină, care are rol de supraîncălzitor în mare parte, este confecţionată din ţevi de diametru mai mare : $\varnothing 16 \times \varnothing 13$. Materialul ţevilor ultimei serpentine este de calitate superioară, din categoria oţelurilor utilizate la supraîncălzitoare ; celelalte serpentine sînt din oţeluri obişnuite de construcţie. Racordurile de trecere sînt toate din ţevi $\varnothing 12 \times \varnothing 10$, inclusiv cele care duc la colectoarele de apă şi abur.

2. Funcţionarea cazanului

Iniţial, amestecul combustibil realizat în injector este aprins de către o bujie plasată la capătul de sus al tubului focar ; după cîteva minute de încălzire cazanul intră în regim şi aprinderea amestecului se face în continuare de la pereţii incandescenţi ai tubului. Din cauza dimensiunilor reduse ale tubului, viteza amestecului combustibil la intrare este de 20—40 m/s şi viteza cu care gazele părăsesc tubul focar este de 150—250 m/s. Regimul intens de ardere este posibil prin crearea condiţiilor speciale de temperatură în focar, realizate în parte şi datorită excesului de aer redus cu care poate funcţiona un focar tubular. La excesul de aer normal realizat în regim, de 1,02—1,05, încărcarea termică a focarului depăşeşte 100 milioane kcal/m³h şi

pentru tuburile de diametru mic chiar 200 milioane kcal/m³h.

Gazele de ardere părăsind tubul focar efectuează o întoarcere de 180° şi intră în prima cameră de circulaţie, apoi succesiv prin celelalte trei camere pînă la coş. În camerele de circulaţie sînt plasate serpentinele de ţevi în care apa, respectiv aburul, circulă în sens invers: apa de alimentare intră în serpentina plasată în ultima cameră de circulaţie a gazelor şi aburul părăseşte cazanul din serpentina plasată în jurul tubului focar în prima cameră. În felul acesta, global, pe întregul cazan se realizează o circulaţie în contracurent; din motive constructive şi termice în fiecare cameră în parte, gazele de ardere şi fluidul din ţevi circulă în echicurent.

În prima cameră de circulaţie a gazelor, acea care înconjoară tubul focar, temperatura la intrare este de 1 400—1 700°C şi la ieşire între 700° şi 1 000°C. Viteza de circulaţie a gazelor depăşeşte la sarcina nominală a cazanului 80—100 m/s; la aceste viteze ridicate şi avînd în vedere şi radiaţia gazelor şi a peretelui tubului focar, coeficientul de transmisie al căldurii atinge valori de 150—200 kcal/m²h°C.

În camerele de circulaţie care urmează, temperaturile şi vitezele gazelor scad progresiv, astfel că în ultima cameră, cea anterioară coşului, viteza medie nu întrece 20 m/s şi temperatura medie 200—300°C. La părăsirea cazanului, dacă suprafaţa de schimb realizată de serpentine este suficient de mare, temperatura gazelor de ardere poate coborî pînă la 110—120°C, ceea ce indică, avînd în vedere şi faptul că nu există pe traseul gazelor pătrunderi de aer fals (deci excesul de aer se menţine la valoarea iniţială din focar) o deosebit de bună utilizare a căldurii.

În tabela 1 se dau orientativ mărimile suprafeţelor serpentinelor pentru două prototipuri de cazane Vuia: cazan de 200 kg/h abur construit de Vuia în 1932 şi cazan Vuia de 1 000 kg/h abur construit de Institutul de Energetică ca prototip pentru cercetări.

Tabela 1

Debit (kg/h)	Serpentină (m²)				Total (m²)
	I	II	III	IV	
200	0,37	0,57	0,72	0,88	2,54
1 000	1,3	2,27	3,15	3,89	10,61

Cazanul Vuia comportă şi un grup auxiliar de alimentare format dintr-o suflantă de aer, o pompă de apă, o pompă de combustibil şi un motor electric. Suflanta de aer este de construcţie specială, ea trebuind să debiteze la presiuni ridicate (1 000—3 000 mm CA) întreaga cantitate de aer necesară combustiei. Această presiune iniţial necesară este consumată în mare măsură în injector pentru realizarea pulverizării, iar restul în cazan pentru învingerea rezistenţelor mari la vitezele de circulaţie foarte ridicate ale gazelor prin camere şi la întoarceri. Pompa de apă este o pompă cu pistoane, de presiune înaltă şi cu un debit foarte constant în funcţionare. Consumul de energie la grupul auxiliar este aproximativ de 10 kWh/t de abur, ceea ce reprezintă un consum intern de 7—10% din aburul produs. În acest fel, cu toate că randamentul cazanului propriu-zis este foarte ridicat 90—95%, randamentul net al instalaţiei este de 82—85%.

3. Rezultatele cercetărilor asupra regimului termic şi hidrodinamic al cazanului Vuia

Pentru studiul regimului termic şi hidrodinamic al cazanului Vuia, precum şi pentru studiul funcţional al cazanului în vederea perfecţionării lui şi lărgirii domeniului său de utilizare, Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. a construit şi a efectuat cercetări detaliate asupra unui cazan Vuia în formă constructivă originală, de 1 t/h abur.

Cazanul a fost experimentat la diverse regimuri de încărcare atît pentru abur umed cît şi pentru abur supraîncălzit.

Rezultatele experienţelor ce se vor prezenta în continuare sînt datele de bază necesare tehnicienilor şi inginerilor de specialitate termoenergetică pentru cunoaşterea cazanului Vuia şi pentru perfecţionarea lui în vederea adaptării în diferitele domenii de utilizare impuse de economia noastră naţională.

a) *Variaţia temperaturilor pe traseul gazelor de ardere.* Curbele trasate dau temperaturile medii ale gazelor de ardere pentru debitele relative ale

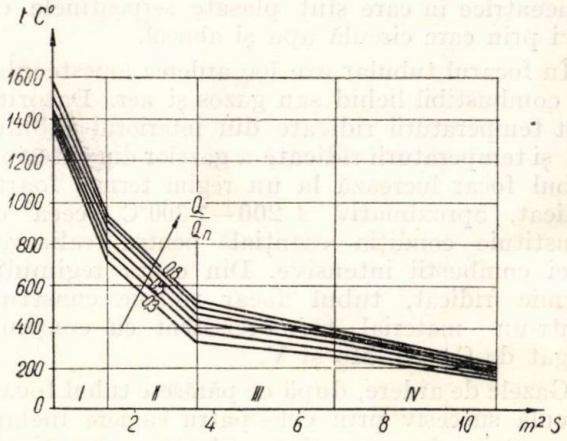


Fig. 2. Variaţia temperaturilor pe traseul gazelor de ardere.

cazanului $\frac{Q}{Q_n}$, unde Q este sarcina cazanului în regimul experimentat şi Q_n sarcina nominală a cazanului:

$$Q_n = 685\,000 \text{ kcal/h}$$

În abscisă s-au luat segmente proporţionale cu suprafeţele serpentinelor, luînd ca origine partea

de sus a serpentinelor *I*, iar în ordonată sînt date temperaturile gazelor de ardere.

Convenţional s-a admis o variaţie liniară a temperaturii de-a lungul fiecărei serpentine între punctele măsurate.

Din analiza diagramei rezultă că la ieşirea din focarul tubular temperatura gazelor este foarte înaltă, 1 400—1 600°C, ceea ce determină şi în camera *I*—a o temperatură medie foarte ridicată. Dacă se ţine seama şi de viteza mare a gazelor şi de efectul radiaţiei gazelor şi tubului focar, este explicabil de ce prima serpentină este mult solicitată termic şi preia, după cum reiese din diagrama următoare, 60—75% din totalitatea căldurii cedate în cazan.

Regimul termic al camerelor următoare este mult mai scăzut şi materialele lucrează în condiţiile normale termice din cazanele clasice. Panta curbelor arată de altfel că intensitatea schimbului de căldură este din ce în ce mai scăzută în camera a *II*-a şi a *III*-a faţă de camera *I*-a.

b) *Repartiţia pe camere a cantităţilor de căldură cedate de gaze.* Pe baza măsurătorilor de temperaturi efectuate la intrarea şi ieşirea gazelor din fiecare cameră se poate determina, cunoscînd şi excesul de aer, cantitatea de căldură cedată de gaze în fiecare cameră.

În camera *I*-a gazele de ardere cedează căldură serpentinei *I*-a, tubului focar, cămăşii separatoare de camera a *II*-a şi porţiunii centrale a capacelor.

În camera a *II*-a, gazele cedează căldura serpentinei *II*, cămăşii separatoare dintre camerele *II* şi *III*, capacelor în porţiunile respective şi primesc căldură de la cămaşa separatoare a camerei *I*, căldură care trece în acest fel direct din camera *I* în camera *II*.

În camerele *III* şi *IV* procesul este similar. Pentru a determina încărcarea relativă a fiecărei camere se raportează cantitatea respectivă de căldură Q_i cedată de gaze la căldura totală cedată în cele patru camere ale cazanului :

$$\frac{Q_i}{\Sigma Q_i} = \frac{Q}{Q_1 + Q_2 + Q_3 + Q_4}$$

În diagrama din fig. 3 s-au trasat curbele care dau încărcarea relativă a fiecărei camere trecută în ordonată sub forma raportului $\frac{Q_i}{\Sigma Q}$. În abscisă este dată sarcina relativă a cazanului sub forma raportului $\frac{D}{D_n}$, unde D este debitul cazanului recalculat pentru abur saturat uscat pentru regimurile experimentate şi D_n debitul nominal al cazanului (1 t/h abur saturat uscat).

După cum s-a remarcat şi din diagrama anterioară, gazele de ardere cedează în camera *I*-a 60—75% din întreaga cantitate de căldură cedată în cazan, procentaj ce scade cu creşterea sarcinii cazanului. Acest fenomen se explică prin faptul că fluxul de căldură radiant al tubului focar este mare, însă aproape constant la variaţia sarcinii, deoarece temperatura tubului variază puţin cu încărcarea ; datorită acestui lucru, cantitatea totală de căldură cedată în camera *I-a* (convecţie plus radiaţie) este procentual descrescătoare cu creşterea regimului relativ al cazanului.

Încărcarea camerelor *II*, *III* şi *IV*, datorită temperaturilor şi vitezelor mai scăzute ale gazelor

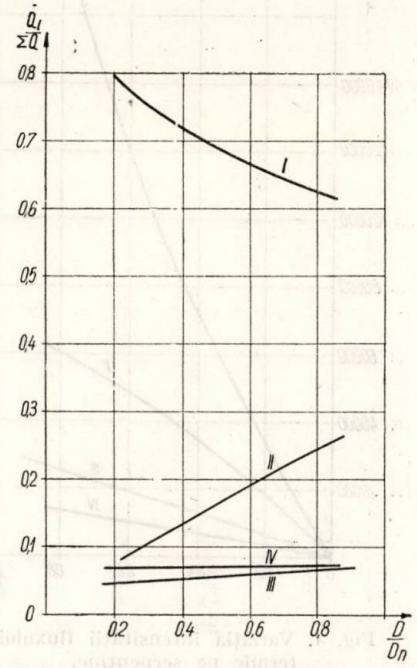


Fig. 3. Repartiţia pe camere a cantităţilor de căldură cedate de gaze.

de ardere, variază între 5 şi 20%, ridicînd astfel în parte problema justificării economice a soluţiei constructive de cazan cu patru camere.

c) *Fluxurile termice pe serpentine.* Cunoaşterea intensităţii fluxului termic pe serpentine este deosebit de importantă deoarece, pe lîngă indicaţia care o dă asupra intensităţii transmisiei căldurii, dă şi posibilitatea simplă a calculării diferenţei de temperatură ce va exista între peretele ţevii, stratul de piatră eventual depus şi fluidul interior : apa sau aburul.

Intensitatea medie a fluxurilor termice pe serpentinele cazanului Vuia (q.kcal/m²h) funcţie de solicitarea relativă a cazanului (D/D_n) este dată în diagrama din fig. 4.

Pentru trasarea diagramei s-au calculat fluxurile medii pe serpentine din relaţia :

$$q = \frac{D\,(i_e - i_i)}{S} \text{ kcal/m}^2\text{h}$$

în care :

D este debitul de apă în kg/h ;
i_i — entalpia de intrare a apei în serpentină ;
i_e — entalpia de ieşire a apei din serpentină ;
S — suprafaţa serpentinei în m².

Se remarcă că valorile medii ale intensităţii fluxurilor de căldură sînt foarte ridicate în toate camerele cazanului, ceea ce indică o bună utilizare a suprafeţelor, în special la serpentina *I*-a, unde fluxurile depăşesc 150 000 kcal/m²h la

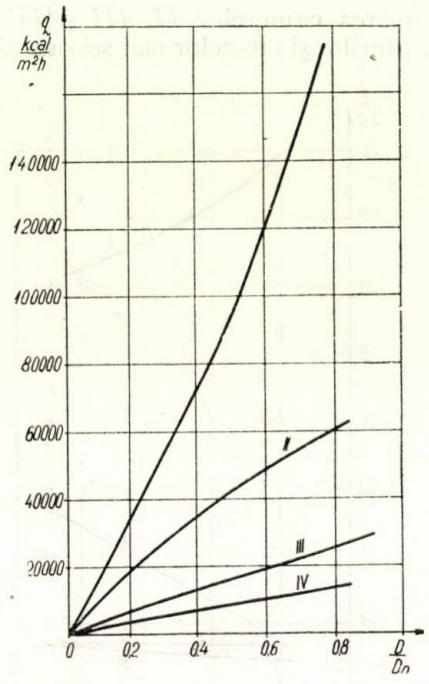


Fig. 4. Variaţia intensităţii fluxului termic pe serpentine.

sarcinile normale de lucru. Transmisia de căldură la această serpentină se face cu coeficienţi K = 100 — 150 kcal/m²h°C, cifră foarte mare datorită vitezelor gazelor de ardere de 40—80 m/s cu care acestea scaldă serpentinele şi datorită unei transmisii intense de căldură prin radiaţia directă a tubului focar la temperatura înaltă la care se află aceasta. În camerele următoare intensitatea fluxurilor de căldură este mai scăzută, respectiv şi coeficienţii de transmitere a căldurii.

În tabela 2 se dau cîteva date caracteristice pentru aceste camere.

Tabela 2

Camera	Intensitatea fluxului caloric kcal/m²h	Coeficient de transmisie a căld. kcal/m²h°C	Viteza gazelor m/s
II	45 000—60 000	60—90	20—30
III	15 000—25 000	45—70	15—20
IV	7 500—15 000	40—60	10—18

Limitele cifrelor date în tabela 2 corespund sarcinilor relative ale cazanului de 0,5—0,8.

d) *Randamentul cazanului.* Pentru studiul randamentului cazanului Vuia vom analiza în prealabil pierderile.

Pierderile prin entalpia gazelor de ardere la evacuare sînt cele mai importante. Ele sînt determinate de temperatura gazelor la coş şi de excesul de aer pentru fiecare regim de funcţionare. În diagrama din fig. 5 se dă variaţia temperaturii gazelor de ardere la coş funcţie de sarcina relativă a cazanului şi de natura aburului emis.

În privinţa excesului de aer, după cum s-a menţionat, la arderea în focarul tubular este foarte mic, 1,02—1,05, ceea ce determină o entalpie scăzută a gazelor de ardere chiar cînd temperatura lor este mai ridicată.

Pierderile prin ardere chimică incompletă sînt funcţie de procentul de CO din gazele de ardere

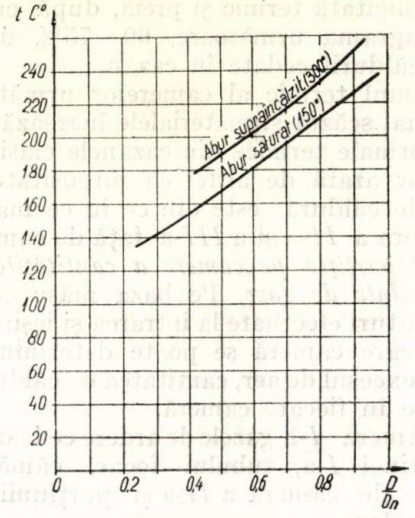


Fig. 5. Temperatura gazelor de ardere la evacuare.

(alţi produşi de ardere incompletă neexistînd) şi de volumul gazelor uscate, respectiv de excesul de aer.

În tabela 3 se dau cîteva cifre medii experimentale asupra excesului de aer şi asupra conţinutului de CO în gazele de ardere la coş pentru diverse regimuri de funcţionare ale cazanului.

Tabela 3

Sarcina relativă a cazanului					
0,4		0,6		0,8	
Exces de aer. α	% CO	α	% CO	α	% CO
1,2	0	1,085	0	1,06	0
1,12	0,1	1,055	0,1	1,035	0,1
1,075	0,2	1,03	0,2	1,02	0,2
1,035	0,4	1,015	0,4	1,01	0,4
1,01	0,6	1,005	0,6	1,005	0,6

În aceste condiţii de ardere, atunci cînd cazanul este condus corect, pierderile prin ardere chimic incompletă nu întrec în procente 0,2—0,7%.

Pierderile de căldură către exterior sînt şi ele foarte reduse, variind între 0,3 şi 0,5%. Aceasta se explică în primul rînd prin faptul că suprafeţele exterioare sînt mici datorită construcţiei compacte a cazanului şi în al doilea rînd prin faptul

că dispunerea concentrică a suprafeţelor de încălzire face ca în exterior să fie suprafeţele scăldate de gazele cu temperaturile cele mai scăzute.

Dispunînd de valorile tuturor pierderilor, se poate trasa diagrama de randament a cazanului Vuia. Curbele de randament prezentate în fig. 6 sînt date în funcţie de sarcina relativă experimentată a cazanului şi de temperatura aburului debitat.

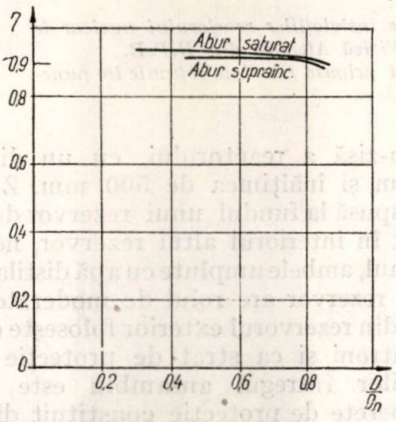


Fig. 6. Randamentul cazanului.

După cum se vede din diagramă randamentul variază foarte puţin cu sarcina cazanului, de la 94 la 90%, scăzînd cu creşterea sarcinii. Curba nu are un maxim ca la cazanele industriale clasice, deoarece pierderile cu entalpia gazelor la coş sînt foarte mari în raport cu celelalte pierderi şi deci alura curbei este impusă de acest singur factor.

Curba de randament este foarte plată, ceea ce indică o funcţionare economică a cazanului la debite variabile.

e) *Pierderile de presiune în cazanul Vuia.* Vitezele mari ale gazelor de ardere în camerele de circulaţie şi existenţa celor patru întoarceri bruşte la 180° determină pierderi importante de presiune în cazan. Aceste pierderi de presiune sînt funcţie de excesul de aer α, care împreună cu sarcina relativă a cazanului determină debitul de gaze, respectiv viteza gazelor. În diagrama din fig. 7 sînt date pierderile de presiune ale cazanului Vuia.

Din diagramă se constată că pierderile sînt de aproximativ 10 ori mai mari decît la alte cazane similare. Consecinţele economice ale acestui fapt, privind construcţia suflantei de aer şi randamentul net al instalaţiei de cazan, vor fi expuse într-un articol viitor. Pierderile, la excesele de aer normale în funcţionarea cazanului, sînt de 300 mm CA la 0,5 sarcină relativă a cazanului, 600 mm CA la 0,8 sarcină relativă şi ajung la 900 mm CA la sarcină nominală.

În aceste pierderi nu au fost incluse pierderile în injectorul sau omogeneizatorul de combustibil.

Din analiza diagramei reiese şi în privinţa pierderilor de presiune avantajul cazanului de a putea fi condus la excese foarte mici de aer. O creştere cu 5% a excesului de aer duce la necesitatea măririi cu 100 mm CA a presiunii cu care suflanta trebuie să debiteze întreaga cantitate de aer. În aceste condiţii trebuie să

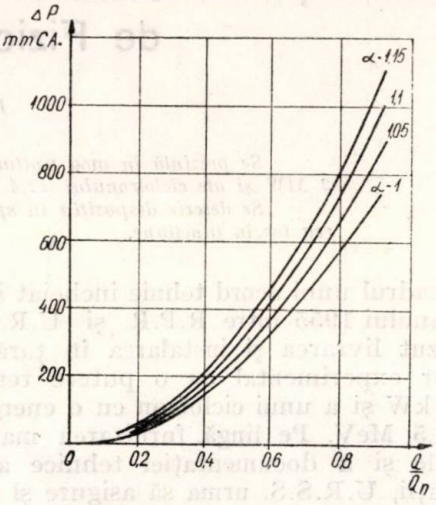


Fig. 7. Pierderi de presiune în cazan.

rezulte dintr-un calcul economic excesul de aer optim pentru ca pierderile prin produse nearse şi consumul de putere suplimentar al suflantei să fie minime.

Utilizînd datele prezentate mai sus şi expunînd caracteristicile de funcţionare a cazanului Vuia, într-un articol viitor se va face o analiză a elementelor cazanului Vuia şi se va delimita domeniul său de utilizare. Pe baza analizei critice a soluţiei actuale a cazanului Vuia se va da, în linii mari, soluţia ce se studiază pentru modificarea cazanului în vederea utilizării lui industriale.

În încheiere, trebuie să revenim la prezentarea cazanului şi a ideilor lui Traian Vuia făcută la începutul articolului. Datele de cercetare prezentate arată ce pas important a făcut Vuia în tehnica construcţiei cazanelor mici transportabile şi ce soluţii originale valoroase a găsit pentru punerea în practică a ideilor sale. Astfel, focarul tubular, în care a reuşit să intensifice procesele de ardere de 1 000 de ori faţă de cifrele atunci cunoscute, este un utilaj ce poate funcţiona în orice instalaţie termoenergetică ca arzător perfecţionat de combustibil lichid sau gazos, avînd în această privinţă un cîmp larg de aplicabilitate în viitor. De altfel toate celelalte soluţii de intensificare a proceselor termice şi de realizare a unei instalaţii economice sînt deosebit de valoroase pentru tehnica noastră actuală în plină dezvoltare şi constituie exemple de rezolvare a problemelor termoenergetice.

Bibliografie

[1] Antonescu N., Haiduc C., Kimmel E. şi Costea L.: *Studiul caracteristicilor cazanului Vuia.* Studiu şi Cercetări de Energetică, nr. 1—1958.

621.039

Construcţia reactorului nuclear şi a ciclotronului Institutului de Fizică Atomică din R.P.R.

PAUL RAŞCU*) — Bucureşti

Se prezintă în mod unitar caracteristicile tehnice ale instalaţiilor reactorului nuclear de 2 MW şi ale ciclotronului 12,5 MeV ale Institutului de Fizică Atomică din R.P.R.

Se descrie dispoziţia în spaţiu a acestor instalaţii şi primele rezultate obţinute la punerea lor în funcţiune.

În cadrul unui acord tehnic încheiat în primăvara anului 1955 între R.P.R. şi U.R.S.S. s-a prevăzut livrarea şi instalarea în ţară a unui reactor experimental cu o putere termică de 2 000 kW şi a unui ciclotron cu o energie finală de 12,5 MeV. Pe lîngă furnizarea materialelor speciale şi a documentaţiei tehnice a acestor instalaţii, U.R.S.S. urma să asigure şi asistenţa tehnică, prin trimitere de specialişti în timpul montajului.

Spre sfîrşitul aceluiaşi an, o dată cu sosirea primelor utilaje din U.R.S.S., lucrările au început să se desfăşoare într-un ritm accelerat atît pentru proiectare cît şi pentru execuţie.

Adaptarea proiectelor acestor instalaţii la specificul condiţiilor locale, cum şi proiectarea integrală a tuturor instalaţiilor exterioare aferente au fost încredinţate Institutului de Studii şi Proiectări Energetice, iar construcţia şi montajul lor au fost repartizate întreprinderii Energo-Construcţia şi întreprinderii Electromontaj.

Reactorul nuclear de 2 000 kW

Reactorul este de tip eterogen, cu neutroni termici şi are o putere termică de 2 000 kW. El foloseşte drept combustibil uraniu îmbogăţit 10% în izotopul U^{235}, iar ca moderator şi reflector apa obişnuită. Schema termică de principiu a instalaţiei cuprinde două circuite: circuitul primar, în care agentul de răcire este apa obişnuită distilată, şi circuitul secundar, în care agentul de răcire este apa cu caracteristici industriale. Căldura produsă în reactor nu este transformată în energie electrică, reactorul fiind destinat numai experienţelor din fizica nucleară, din biologie şi din radiochimie, putînd produce, totodată, şi izotopi radioactivi.

Combustibilul, sub formă de bare învelite în carcase de aluminiu cu diametrul de 10 mm, este dispus într-un număr de 52 de casete verticale de aluminiu, fiecare casetă conţinînd cîte 16 bare. Casetele sînt montate într-o ramă de formă cilindrică, care constituie zona activă propriu-zisă a reactorului, cu un diametru de 645 mm şi înălţimea de 500 mm. Zona activă este dispusă la fundul unui rezervor de aluminiu montat în interiorul altui rezervor, neconcentric cu primul, ambele umplute cu apă distilată. Apa din primul rezervor are rolul de moderator, în timp ce apa din rezervorul exterior foloseşte ca reflector de neutroni şi ca strat de protecţie împotriva radiaţiilor. Întregul ansamblu este înconjurat cu un perete de protecţie constituit din inele de fontă suprapuse şi ziduri groase (2—2,5 m) de beton cu limonită, fiind acoperit cu capace de fontă în scopul asigurării unei protecţii satisfăcătoare.

Cantitatea de uraniu 235, cu care reactorul devine critic, este de numai 3 kg, însă pentru a avea un surplus de reactivitate necesară pentru o exploatare mai îndelungată şi pentru compensarea otrăvirii reactorului cu produsele de fisiune, această cantitate este mărită la 4,5 kg.

În exploatare normală, această reactivitate este compensată cu ajutorul a nouă bare, dintre care cinci sînt de compensare, trei de avarie şi una pentru reglarea automată a puterii. Cu excepţia barei de reglare automată a puterii, care este făcută din oţel, toate celelalte bare sînt de carbură de bor. Barele de compensare şi de reglare sînt acţionate cu ajutorul unor dispozitive electrice telecomandate, în timp ce barele de avarie sînt suspendate de dispozitive cu electromagneţi care, în cazul apariţiei unui defect mai important, prin întreruperea curentului, intră prin cădere liberă în zona activă. Toate barele sînt prevăzute cu dispozitive electrice de transmisie la distanţă a poziţiei lor, cunoscînd că puterea cu care funcţionează reactorul depinde de poziţia pe care o ocupă barele în zona activă.

Măsurarea şi controlul puterii reactorului se fac pe baza fluxului de neutroni, în care scop sînt instalate — pentru diferite domenii de măsură — şapte camere de ionizare, prevăzute cu dispozitive de amplificare a curenţilor respectivi, aceste camere de ionizare fiind utilizate la pornirea aparatului, la înregistrarea automată a puterii şi menţinerea ei la un nivel dat, şi pentru sistemul de protecţie şi avarii. Controlul şi comanda întregii

*) Inginer, şef de proiect la I.S.P.E.

instalaţii se fac dintr-o cameră de comandă unică, în care sînt centralizate comenzile şi semnalizările importante. După intrarea în stare de regim, funcţionarea reactorului poate fi complet automatizată.

Căldura produsă în interiorul zonei active este preluată de apa circuitului primar, care — cu

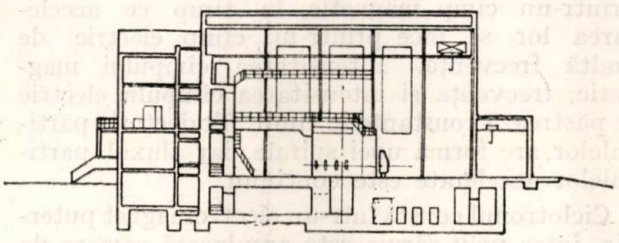


Fig. 1. Reactorul nuclear de 2 000 kW:

ajutorul unor pompe — este trecută prin două schimbătoare de căldură unde se răceşte, după care se întoarce din nou în reactor. Debitul de apă de răcire din circuitul primar la sarcina plină a reactorului este de circa 900 m^3/h, în timp ce acela din circuitul secundar este de circa 250 m^3/h. Temperatura medie a apei de răcire în interiorul zonei active este de 35°C, iar temperatura maximă admisă la suprafaţa barelor de combustibil este de circa 90°C.

Pentru eliminarea impurităţilor conţinute în apa obişnuită, care — la trecerea prin reactor — ar deveni radioactive, apa utilizată in circuitul primar este distilată. De asemenea, pentru a împiedica trecerea repetată prin zona activă a particulelor antrenate de această apă de la garniturile conductelor sau ca urmare a coroziunii lor, o parte din apa circuitului primar este trecută printr-un filtru conţinînd răşini speciale ce au proprietatea de a reţine aceste particule.

Evacuarea apei din circuitul primar în caz de nevoie, ca şi a apelor radioactive rezultate din diverse procese tehnologice, nu se face la canalizarea obişnuită, ci în rezervoare metalice subterane, unde se depozitează în vederea unei epurări ulterioare.

La trecerea apei de răcire prin zona activă, datorită radiaţiilor puternice, aceasta suferă un proces de descompunere parţială, producîndu-se gaze care formează un amestec detonant. Din acest motiv, o parte din debitul de apă al circuitului primar este trecut — în tot timpul funcţionării reactorului — printr-un degazor, în care întîlneşte în contracurent aer ce antrenează gazele care sînt eliminate, în cele din urmă, printr-un coş de ventilaţie cu o înălţime de 40 m.

Protecţia împotriva radiaţiilor se face, în general, prin ecrane biologice utilizînd straturi de apă, pereţi de fontă, de beton obişnuit şi de beton greu, a cărui greutate volumetrică ajunge pînă la 4,2 t/m^3. Toate aceste ecrane asigură reducerea nivelului de iradiere sub doza minimă admisibilă. Pentru a împiedica, totodată, răspîndirea în corpul clădirii a gazelor nocive şi a particulelor ionizate în suspensie în aer, se menţine — printr-un sistem de ventilaţie — o depresiune permanentă în toate încăperile în care se pot produce astfel de produse.

Controlul iradierii, la care este supus personalul de serviciu şi cel de cercetare, este efectuat de către un serviciu special de dozimetrie, prevăzut cu aparate fixe în locurile expuse acestui pericol şi cu aparate mobile ce se încredinţează personalului. Toate indicaţiile dispozitivelor dozimetrice fixe sînt semnalizate la un tablou central de măsurători ale dozelor de radiaţie. Depăşirea dozei admisibile este semnalizată automat, optic şi acustic, la faţa locului şi la tabloul central de dozimetrie.

În vederea cercetărilor, reactorul este prevăzut cu zece canale orizontale de lucru, dintre care unul este format de coloana termică mobilă. Pentru experienţe de biologie, reactorul este înzestrat şi cu un număr de canale verticale. Fluxul maxim de neutroni în zona activă este dintre cele mai mari la reactoarele de cercetări de acest tip din lume. El este de 2×10^{13} neutroni/cm^2. s, la extremitatea canalelor de lucru fiind cuprins între $0{,}2-0{,}5 \cdot 10^9$ neutroni/cm^2. s.

Reactorul ocupă o clădire care cuprinde sala principală în care se află corpul pilei, încăperile instalaţiilor anexe necesare procesului normal de funcţionare, încăperi pentru camera de comandă, dispozitivele electronice şi tablourile de dozimetrie, laboratoare şi încăperi de lucru. În funcţie de profilul operaţiilor de executat, distribuţia încăperilor este făcută după principiul zonal, în încăperi în care personalul de serviciu nu are acces sau are acces limitat şi în încăperi pentru care nu există îngrădiri speciale de lucru. Trecerea personalului între aceste două zone de lucru se poate face, în mod obligatoriu, numai printr-un grup sanitar de decontaminare şi de control al gradului infectării radioactive. Sala principală a reactorului este prevăzută

cu un pod rulant, comandat de la distanţă, în vederea manipulării barelor intens radioactive scoase din reactor după iradierea lor. Depozitarea acestor bare se face pe o perioadă mai

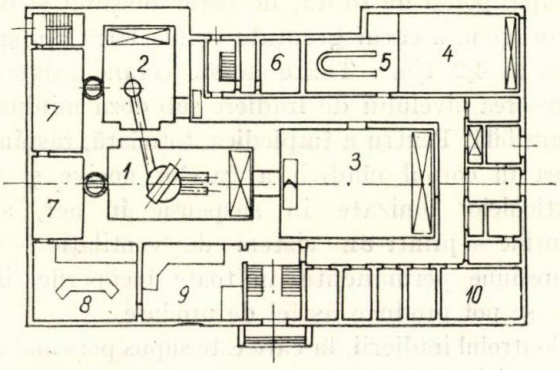


Fig. 2. Ciclotronul de 12,5 MeV:
1 – sala electromagnetului; *2* – camera de reacţie – *3* – sala de montare; *4* – sala maşinilor electrice; *5* – tablouri electrice; *6* – acumulatoare; *7* – laborator; *8* – camera de comandă; *9* – staţia de înaltă frecvenţă; *10* – atelier mecanic.

lungă, într-un rezervor umplut cu apă şi acoperit cu capace de fontă, comunicînd cu spaţiul de deasupra reactorului printr-un plan înclinat.

Într-unul din colţurile clădirii, înconjurat de ziduri groase de beton greu cu aşchii metalice este montat degazorul. În subsol se află sala pompelor primului circuit, instalaţiile pentru prepararea apei distilate, a soluţiilor de spălare şi patru laboratoare fierbinţi, prevăzute cu vizoare cu geamuri de sticlă specială cu o grosime de aproape jumătate de metru şi cu uşi de fontă, a căror greutate trece de 10 t. Aceste laboratoare, înzestrate cu manipulatoare mecanice şi alte instalaţii telecomandate, sînt destinate prelucrării substanţelor intens radioactive realizate în reactor.

Într-o clădire învecinată se află instalaţia de ventilaţie tehnologică şi coşul de evacuare în atmosferă a gazelor nocive.

În urma eforturilor susţinute ale proiectanţilor, ale constructorilor şi ale organizaţiei de montare, cu ajutorul deosebit, asigurat pe toată durata lucrărilor, de către specialiştii sovietici şi cu concursul cadrelor din exploatare, construcţia reactorului — începută la finele anului 1955 — a fost terminată numai într-un an şi jumătate, realizarea volumului critic al reactorului fiind obţinută în ziua de 31 iulie 1957, iar puterea nominală de 2 000 kW fiind atinsă în ziua de 10 august a aceluiaşi an.

În acest fel, dintre toate ţările socialiste cărora U.R.S.S. le livrează astfel de instalaţii, R.P.R. este prima ţară care pune în funcţiune reactorul nuclear, fiind în acelaşi timp a zecea ţară din lume care poseda la aceea dată instalaţii de acest tip.

Ciclotronul de 12,5 MeV

Ciclotronul este unul dintre cele mai răspîndite acceleratoare de particule, datorită posibilităţilor sale multiple de a comunica energii importante aproape tuturor felurilor de particule şi, în special, particulelor grele. Curbarea traiectoriilor particulelor în ciclotron se face printr-un cîmp magnetic, în timp ce accelerarea lor se face printr-un cîmp electric de înaltă frecvenţă. Intensitatea cîmpului magnetic, frecvenţa şi intensitatea cîmpului electric se păstrează constante în timp. Traiectoria particulelor are forma unei spirale, iar fluxul particulelor accelerate este continuu.

Ciclotronul constă într-un electromagnet puternic, între polii căruia este amplasată camera de accelerare cuprinzînd cei doi duanţi, pe care se aplică o tensiune de înaltă frecvenţă şi în interiorul cărora are loc accelerarea propriu-zisă a particulelor. La sfîrşitul perioadei de accelerare, particulele ce au acumulat o mare energie sînt deviate şi dirijate spre o ţintă care poate fi aşezată la distanţe variabile de camera de accelerare. Pentru a face posibilă mişcarea particulelor, camera de accelerare şi camera de reacţie, inclusiv conductele de legătură dintre ele, sînt vidate în prealabil cu ajutorul unor pompe de vid preliminar şi al unor pompe de difuzie pentru vid înaintat, care lucrează în tot timpul funcţionării ciclotronului.

Răcirea bobinelor electrice, a duanţilor şi a plăcii reflectoare se face cu apă distilată.

Pentru obţinerea în condiţii bune a procesului de accelerare, stabilitatea cîmpului magnetic se reglează în limitele de $\pm$ 0,03%, iar menţinerea constantă a frecvenţei generatorului de înaltă frecvenţă este executată în limitele de $\pm$ 0,01%, circuitul oscilant putînd fi acordat pe lungimi de undă cuprinse în gama de 22 la 30 m. Puterea oscilantă a generatorului de înaltă frecvenţă este de 120 kW, circuitul oscilant fiind format de capacitatea dintre corpul camerei de accelerare şi duanţi şi liniile coaxiale vidate.

Caracteristicile principale ale ciclotronului sînt:

— energia finală de accelerare imprimată particulelor alfa . . . . . 25 MeV;
— energia finală de accelerare imprimată protonilor . . . . . 12,5 MeV;
— diametrul polilor electromagnetului. 1 200 mm;
— întrefierul de lucru . . . . . 170 mm;
— raza finală de accelerare a particulelor . . . . . 520 mm;
— intensitatea maximă a cîmpului magnetic . . . . . .14 100 oersted;
— amplitudinea tensiunii alternative pe duanţi . . . . . .140–150 kV;
— debitul total al agregatelor de difuzie . . . . . 3 000 l/s;
— tensiunea aplicată pe placa deflectoare . . . . . 70 kV.

Greutatea totală a magnetului ciclotronului este de 120 t.

Înconjurate de ziduri groase de beton greu, se află încăperea ciclotronului propriu-zis şi încăperea camerei de reacţie, legate între ele printr-o conductă vidată, prin care este dirijat fluxul de particule accelerate în cazul unor

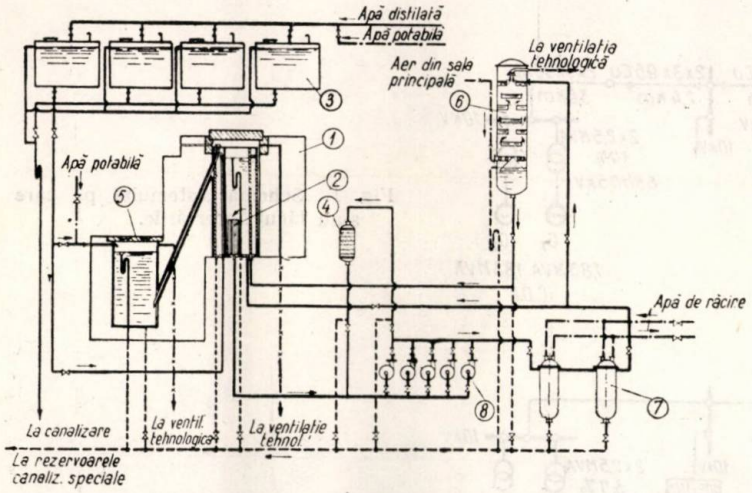


Fig. 3. Schema circuitelor principale ale reactorului de cercetări al I. F. A.: *1* – reactorul; *2* – zona activă; *3* – rezervor de apă distilată; *4* – schimbător de ioni; *5* – depozit de elemente iradiate; *6* – degazor; *7* – schimbător de căldură; *8* – pompă de circulaţie.

anumite experienţe. Toate ieşirile din aceste două încăperi sînt prevăzute cu uşi, fie de tip rotativ cu fantă de trecere, fie de tip plan, umplute cu apă şi acţionate electric. Intr-o încăpere vecină, se află camera de comandă, din care se face conducerea de la distanţă a funcţionării ciclotronului în timpul experienţelor. Celelalte încăperi ale clădirii sînt rezervate pentru staţia de înaltă frecvenţă, instalaţiile şi maşinile electrice şi diverse ateliere.

De asemenea există încăperi rezervate instalaţiilor de apă distilată, de ventilaţie, staţiei de înaltă tensiune, echipamentului electric şi laboratoarelor de cercetări.

Datorită eforturilor făcute de către proiectanţi, constructori şi montori, cu concursul cadrelor din exploatare şi sub îndrumarea şi conducerea specialiştilor sovietici, ciclotronul a intrat în regim normal de funcţionare în ziua de 16 ianuarie 1958. Printre primele rezultate, s-au obţinut protoni cu o energie maximă de 12,5 MeV, într-un fascicul de peste 1 μ A în camera de accelerare şi de circa 0,3 μ A în camera de reacţie.

Aceste valori sensibil de mari, obţinute după o perioadă de reglare relativ scurtă pentru o instalaţie de complexitatea ciclotronului, dovedesc cu prisosinţă calitatea utilajului şi a montajului, cum şi înalta tehnicitate a specialiştilor sovietici.

Ciclotronul va permite studii în legătură cu interacţiunea particulelor cu energii mici şi a acelora cu energii aproape egale. El va putea, de asemenea, produce şi o serie de izotopi, a căror preparare nu este posibilă în reactorul nuclear.

Realizarea, într-un timp scurt, a construcţiei reactorului nuclear şi a ciclotronului, care constituie prima etapă a instalaţiilor de bază ale centrului de cercetări nucleare al Institutului de Fizică Atomică, a fost posibilă numai cu ajutorul U.R.S.S. şi al partidului şi guvernului romîn, constituind încă o etapă hotărîtoare pe linia dezvoltării ştiinţei şi tehnicii din R.P.R.

621.316.13.001.24

Determinarea prin încercări pe viu a comportării unei reţele electrice la fenomene dinamice şi compararea rezultatelor cu valorile calculate prin procedeul analizei grafice Dimo

L. GROZA,) G. MORAITE, **) AM. ITOAFA**)*

*În articolul de faţă se examinează experimental*** şi teoretic, cu ajutorul analizei grafice Dimo, comportarea unui sistem energetic la şocuri mici de putere, de ordinul a 10 % din puterea consumată. Se obţin valori exacte în privinţa salturilor de tensiune, a perioadelor de oscilaţie, a amplitudinilor oscilaţiilor. Se arată că se poate ţine seama de condiţii mai speciale, cum ar fi oscilaţiile în sistem înainte de şoc. În privinţa variaţiilor de frecvenţă, se obţin valori în conformitate cu ultimele rezultate obţinute în străinătate. Se arată că în mod practic ţinînd seama de inerţia sarcinii rotative prin înlocuirea ei cu un motor sincron cu constanta de inerţie 10 secunde, se obţine un minimum de eroare.*

1. Introducere

Extinderea interconexiunii între sistemele energetice ridică o serie de probleme importante în ceea ce priveşte reglementarea schimbului de putere şi energie şi evitarea deranjamentelor care ar putea rezulta din desfacerea legăturilor de interconexiune datorite cazurilor de instabilitate statică şi dinamică.

În acest scop este necesar să se determine comportarea sistemelor energetice la fenomene statice şi dinamice. Pe baza acestor elemente se pot determina apoi măsurile ce trebuie luate

*) Inginer, şef de proiect ISPE.
**) Ingineri proiectanţi principali ISPE.
***) Încercările au fost efectuate cu concursul ing. şef. A. Baciu, ing. I. Iunger, ing, Am. Itoafă, ing. S. Ionescu, ing. P. Nicolae şi ing. C. Bilă.

în ceea ce privește reglajul frecvenței și tensiunii, a caracteristicilor protecției și măsuri speciale pentru ridicarea calitativă a exploatării.

Metodele clasice de calcul nu permit să se rezolve aceste probleme decît pentru cazuri foarte simple. În cazuri mai complexe se recurge de rețea pe viu [3, 4, 5, 7]. Recent a fost propusă de ing. P. Dimo [1, 2, 8] o metodă de analiză grafică a comportării statice și dinamice a sistemelor energetice. Această metodă permite să se rezolve problemele menționate prin mijloace simple și dă o orientare permanentă asupra

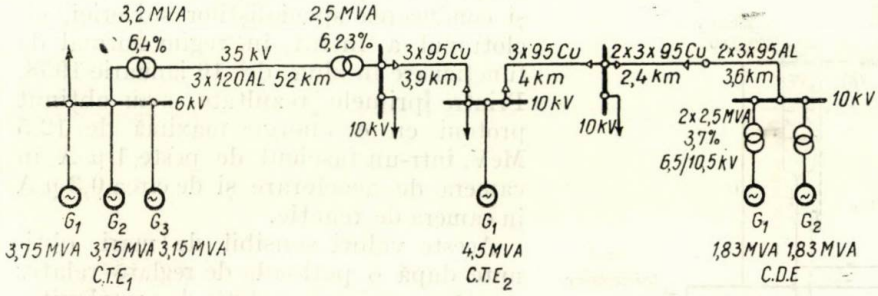


Fig. 1. Schema sistemului pe care s-au făcut încercările.

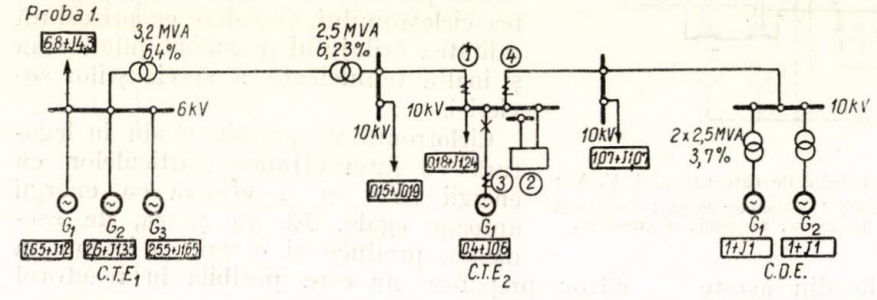


Fig. 2. Deconectarea grupului din CTE_2 încărcat cu 400 kW.

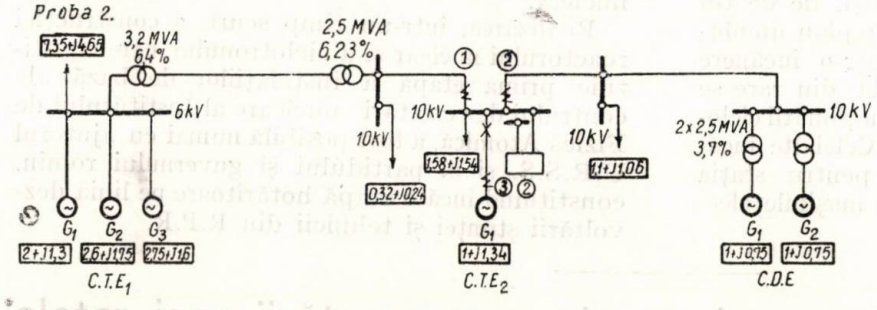


Fig. 3. Deconectarea grupului din CTE_2 încărcat cu 1000 kW.

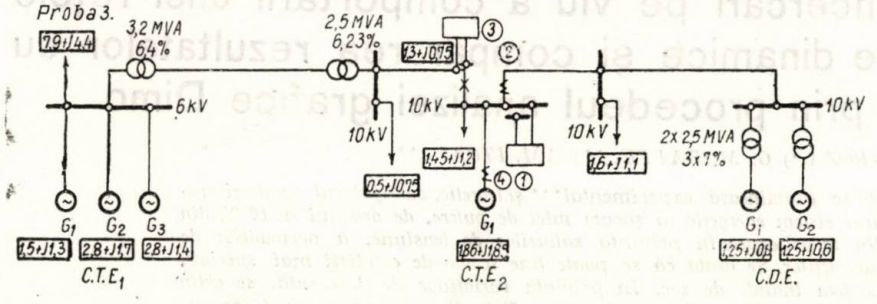
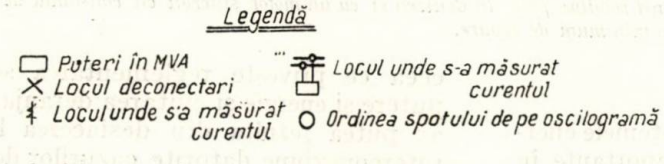


Fig. 4. Deconectarea interconexiunii între CTE_2 și CTE_1 la 1300 kW.



de obicei la ajutorul meselor de calcul de curent alternativ, modelelor dinamice de rețea etc. În paralel cu determinările pe modele, pentru a se furniza elementele de bază și a se verifica rezultatele în anumite cazuri, se fac încercări elementelor fenomenului cercetat (variația frecvenței, tensiunii, oscilații unghiulare etc.).

În articolul de față se arată probele ce au fost efectuate cu ocazia încercărilor pe viu făcute la un sistem energetic și situarea valorilor obținute

față de cele rezultate din calcul prin metoda analizei grafice propusă de ing. P Dimo.

2. Descrierea sistemului energetic

Sistemul asupra căruia s-au efectuat încercările este cel din fig. 1. El este format din două centrale termoelectrice, CTE_1 și CTE_2, legate între ele printr-o linie de 35 kV, și o centrală dieselelectrică, CDE, legată cu CTE_2 prin cablu și linie aeriană de 10 kV. Din acest sistem se alimentează cu energie electrică două orașe. Încercările au fost efectuate la golul de prînz din curba de sarcină. În acest scop s-au separat centralele industriale, pentru a evita eventuale deranjamente și a simplifica în același timp schema. Compoziția sarcinii s-a putut considera uniformă în toate centrele de consum, fiind formată din consum industrial și casnic.

Din punct de vedere al caracteristicii statice a sarcinii, care este formată din motoare asincrone, redresoare pentru tracțiune, aparate casnice, se pot lua următoarele valori medii, în jurul tensiunii nominale :

$$P = p.\ U$$

$$Q = q.\ U^2.$$

Din punct de vedere al caracteristicii dinamice a sarcinii, care este formată din circa 60 % sarcină a motoarelor asincrone, și circa 40 % sarcini pasive, fără inerție, se pot considera :

$$P = p.\ U^2$$

$$Q = q.\ U^2.$$

Caracteristicile liniilor și transformatoarelor sînt cele din schemă, iar ale generatoarelor sînt :

Tabela 1

Centrala	CTE_1			CTE_2	CDE	
Ceneratorul	G 1	G 2	G3	G 1	G 1	G 2
Putere nominală, MVA	3,75	3,75	3,15	4,5	1,83	1,83
Cos φ	0,8	0,8	0,8	0,7	0,8	0,8
Tensiunea, kV	6,3	6,3	6,3	10,5	6,3	6,3
R.S.C.*)	0.68	0,68	0,68	0,68	1,05	1,05
Reactanța sincronă X_d, % *)	154	154	154	154	100	100
Reactanța tranzitorie X_d, % *)	20	20	20	20	25	25
GD^2, tm²	0,8	0,81	0,54	2,38	63	63
Turația, rot/min	3000	3000	3000	3000	250	250
Constanta de inerție M, s	5,32	5,36	4,23	8	5,9	5,9

*) Valori apreciate

Notăm că unele din aceste mărimi au un caracter preliminar, fiind luate după date din literatură, după aprecierea noastră suficient de apropiate de realitate.

Pentru a evita eventuale confuzii în legătură cu constanta de inerție, se menționează că aceasta a fost calculată după formula :

$$M = 2{,}74\ \frac{GD^2 \cdot n^2}{S_n} \cdot 10^{-3}\ S\ (\text{t.m}^2,\ \text{rot/min},\ \text{MVA}).$$

Tabela 2

Nr. crt.	Proba	1	2	3
1	Data și ora efectuării probei	23.XI.1957 15 h. 20 m.	23.XI.1957 15 h. 40 m.	23.XI.1957 16 h. 10 m.
2	Puterea nominală a centralelor în funcțiune, MW	14,5	14,5	14,5
3	Puterea totală consumată, MW	9,2	10,35	11,45
4	Deconectare	G 1 din CTE_1	G 1 din CET_1	Legătura $CTE_1 - CTE_2$
5	Încărcat la MW	0,4	1,0	1,3
6	Regimul	Fig. 2	Fig. 3	Fig. 4
7	Oscilograme	Fig. 5	Fig. 6	Fig. 7

3. Probe efectuate și rezultate

3.1. *Probe efectuate și etalonarea oscilogramelor*

Ordinea aleasă a probelor a fost de la probe ușoare la probe mai grele în privința șocului asupra sistemului. Șocurile fiind relativ mici, siguranța de funcționare a sistemului nu a fost periclitată. Variațiile elementelor principale au fost stabilite prin calcule preliminare, care au fost definitivate după efectuarea probelor.

Mărimile analizate au fost oscilografiate, la o viteză a filmului și o amplitudine a spotului convenabile pentru măsurători cît mai exacte.

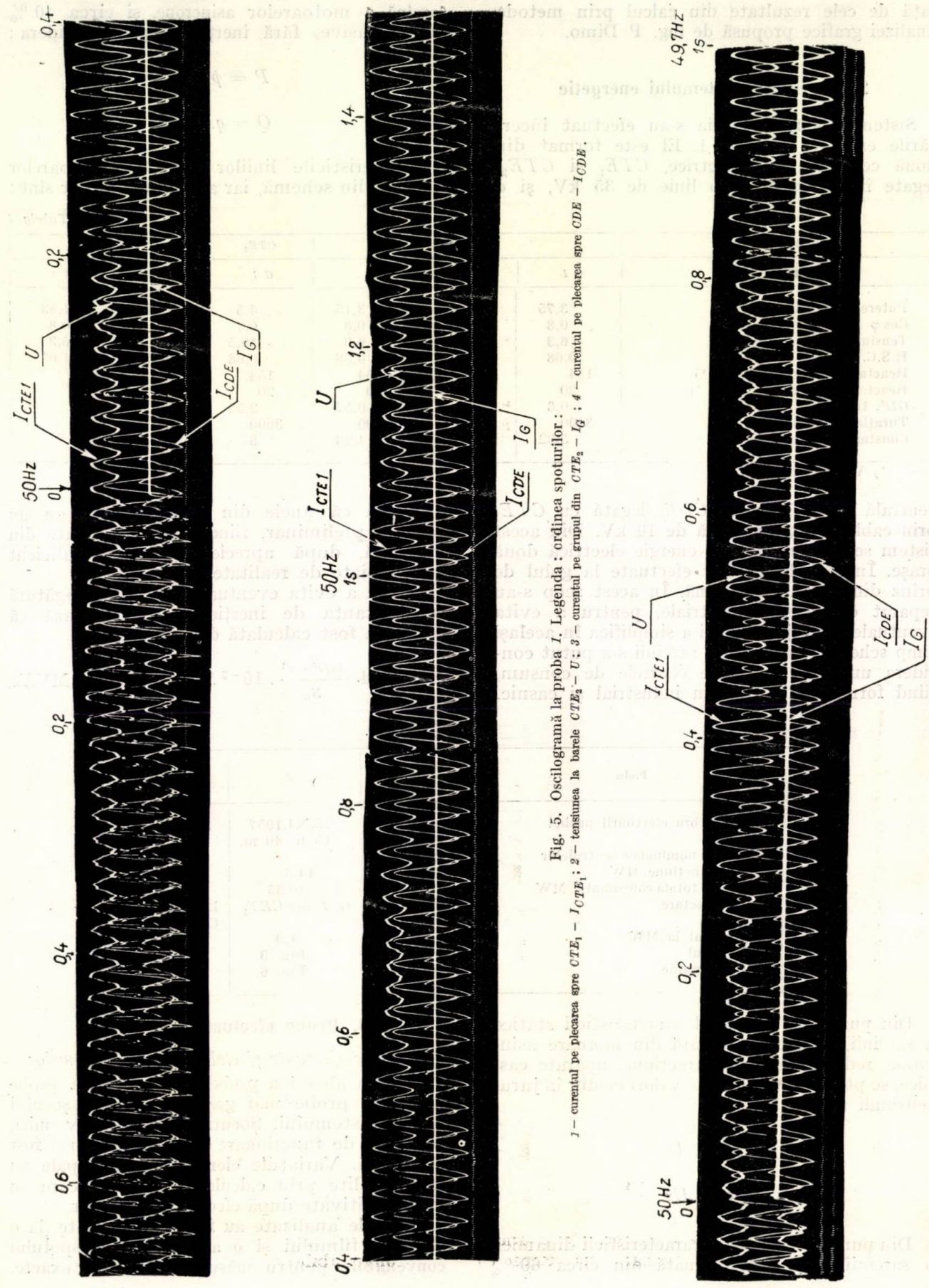


Fig. 5. Oscilogramă la proba *1*. Legenda : ordinea spoturilor :
1 – curentul pe plecarea spre CTE_1 – I_{CTE_1}; *2* – tensiunea la barele CTE_2 – U; *3* – curentul pe grupul din CTE_2 – I_G ; *4* – curentul pe plecarea spre CDE – I_{CDE}.

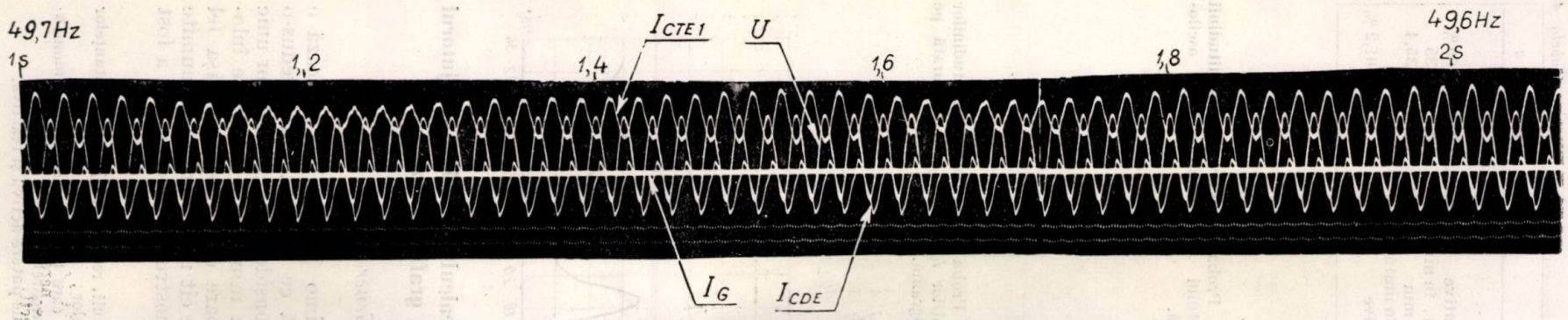


Fig. 6. Oscilogramă la proba 2. Legenda : ordinea spoturilor :
1 — curentul pe plecarea spre CTE_1 — I_{CTE_1}; *2* — tensiunea la barele CTE_2 — U; *3* — curentul pe grupul din CTE_2 — I_G; *4* — curentul pe plecarea spre CDE — $ICDE$.

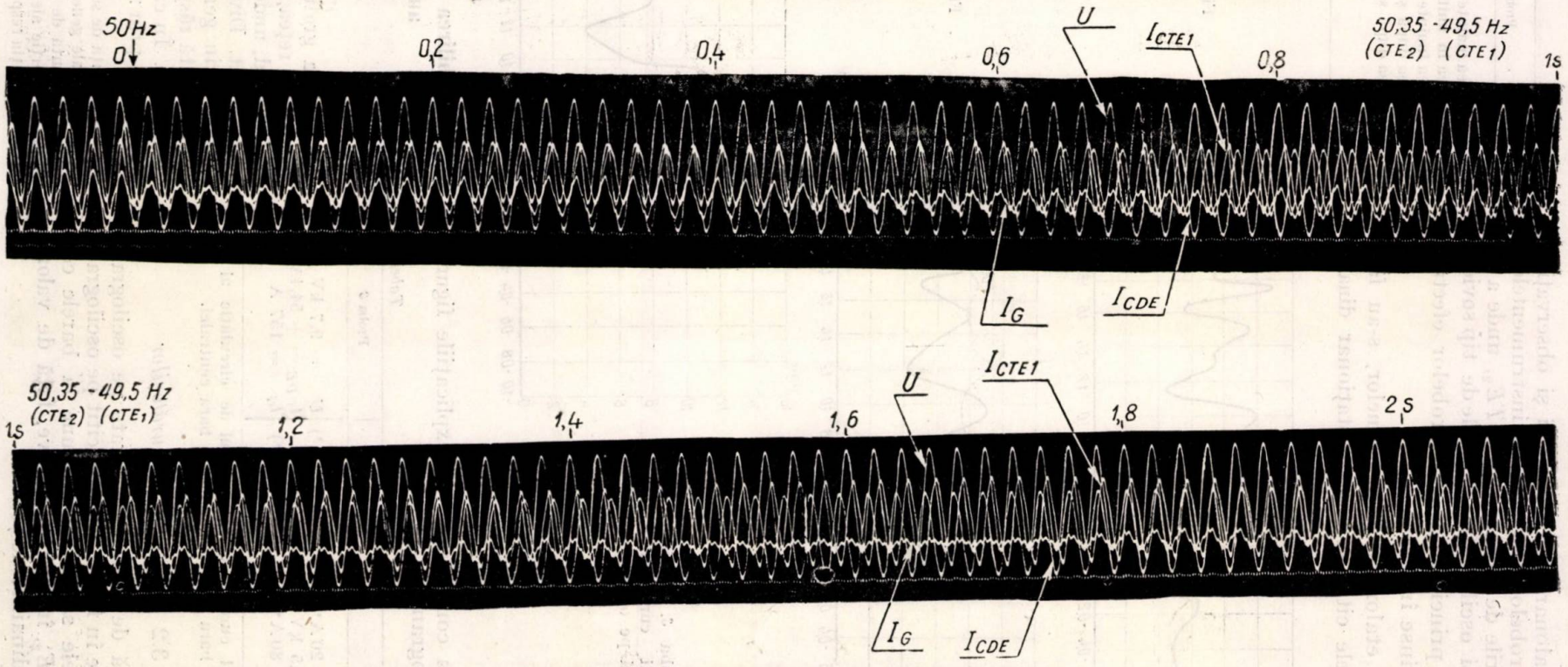


Fig. 7. Oscilogramă la proba *3*. Legenda : ordinea spoturilor :
1 — tensiunea la barele CTE_2 — U; *2* — curentul pe plecarea spre CDE — I_{CDE}; *3* — tensiunea pe plecarea spre CTE_1 — U; *4* — curentul pe grupul din CTE_2 — I_G.

Observație la fig. 5, 6, și 7 : Scara timpului nu ține seama de variațiile de frecvență. Frecvența este indicată separat.

Pentru etalonarea oscilografului şi observaţii în timpul probelor s-au folosit instrumentele de pe panourile de comandă ale CTE_2, unde a fost instalat şi oscilograful cu bucle de tip sovietic.

Datele principale asupra probelor efectuate sînt cuprinse în tabela 2.

Pentru etalonarea oscilogramelor, s-au făcut următoarele citiri în regimul staţionar dinainte de şoc, în conformitate cu explicaţiile figurilor din oscilograme :

Tabela 4

Proba	1	2	3
Tensiunea înainte de şoc,			
Tensiunea în unităţi relative	100 %	100 %	100 %
Tensiunea înainte de şoc, în mm	31	34,5	35
Tensiunea după şoc, în mm	30,5	33	35,4
Tensiunea după şoc în unităţi relative	98,3 %	95,7 %	101,2 %

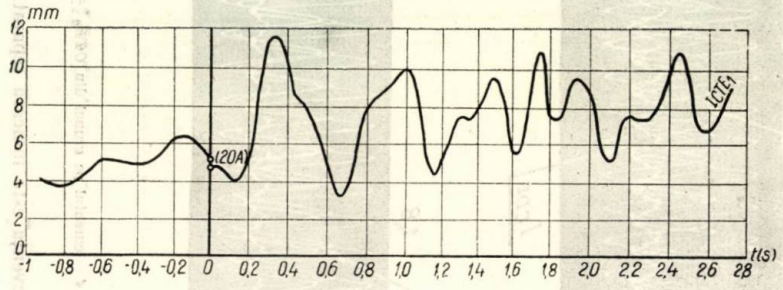


Fig. 8. Proba *1*. Variaţia amplitudinii curentului I_{CTE_1} măsurată pe oscilogramă.

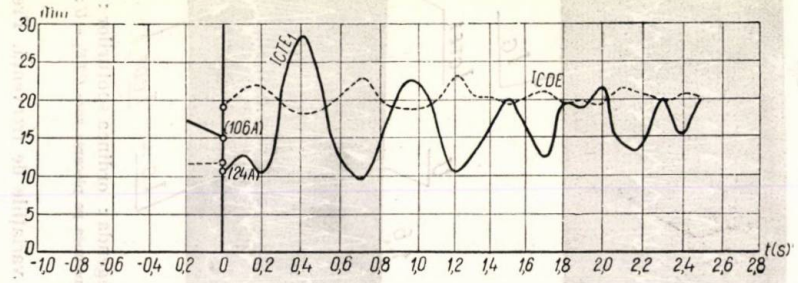


Fig. 8′. Proba *2*. Variaţia amplitudinilor curenţilor I_{CTE_1} şi I_{CDE} măsurată pe oscilogramă.

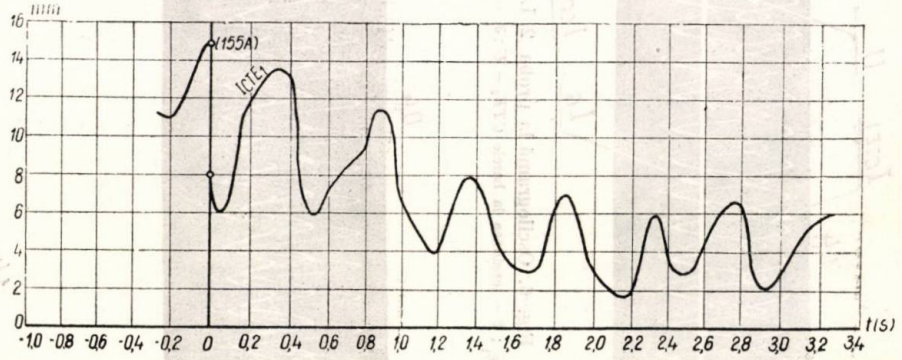


Fig. 9. Proba *3*. Variaţia amplitudinii curentului I_{CTE_1} măsurată pe oscilogramă.

Tabela 3

Proba *1*	Proba *2*	Proba *3*
$I_{CTE_1} = -20$ A*)	$I_{CTE_1} = -24$ A*)	$U = 9{,}7$ kV
$U = 9{,}5$ kV	$U = 9{,}6$ kV	$I_{CDE} = +54{,}4$A*)
$I_{CDE} = +80$ A*)	$I_{CDE} = +60$ A*)	$I_G = 157$ A

*) Semnul curentului indică sensul de circulaţie al puterii + spre bara centralei, — de la bara centralei.

3.2 *Rezultatele măsurătorilor*

În afară de valorile măsurate pe oscilograme şi cuprinse în fig. 8—14 s-au citit pe oscilograme următoarele salturi de tensiune la barele centralei CTE_2, în unităţi relative, faţă de valorile tensiunii dinainte de şoc :

4. Stabilirea prin calcul a valorilor cu ajutorul analizei grafice Dimo

4.1. *Generalităţi*

Analiza grafică Dimo [1, 2, 8] examinează o anumită reţea, după ce în prealabil a redus-o la un nod, unde se consideră un consumator unic echivalent. Diversele ramuri ale reţelei se înlocuiesc prin generatoare echivalente, în aşa fel ca să poată răspunde cît mai exact unei anumite probleme. În cazul nostru, fiecare ramură a fost înlocuită prin :

— reactanţa de scurtcircuit, redusă cu ajutorul reactanţelor tranzitorii ale generatoarelor ;

— constanta de inerţie care ţine seama de suma momentelor de inerţie ale generatoarelor ;

— circulaţia respectivă de putere activă şi reactivă.

Calculele au fost efectuate cu ajutorul metodei unităţilor relative, cu o anumită putere de bază.

În unele cazuri este necesar să se procedeze la aruncarea sarcinilor la noduri.

De asemenea se poate ţine seama în anumit fel de inerţia sarcinii, după cum se va vedea mai jos.

Avantajul metodei analizei grafice Dimo a ieşit în evidenţă în special la calculele pentru probele *1* şi *2*, cînd schema nodului cuprinde 3 generatoare echivalente. În calculele pentru proba *1*, după desfacerea sistemului în 2 părţi distincte, s-a utilizat schema echivalentă cu 2 respectiv 1 generator.

Prin metoda clasică analitică, o singură ipoteză din cele calculate de noi ar fi necesitat un calcul extrem de laborios. Un asemenea exemplu poate fi luat cel dintr-o lucrare menţionată [9]. În plus, prin analiza grafică, în tot timpul calculului s-a avut o imagine clară a variaţiei elementelor esenţiale (tensiune, frecvenţă), precum şi comportarea fiecărui generator în parte.

Tabela 5

Elementul	Măsurat pe oscilogramă	Calculat	Eroare
Proba 1			
Saltul tensiunii, %	98,3 %	97,5 %	0,8 %
Perioada oscilaţiei amplitudinii curentului I_{CTE_1} în s	0,7	0,7	—
Variaţii de frecvenţă	—	—	—
Proba 2			
Saltul tensiunii, %	95,7 %	95 %	0,8 %
Perioada oscilaţiei amplitudinii curentului I_{CTE_1}, în s	0,5	0,5	—
Idem, curentul I_{CDE}	0,6	0,6	—
Variaţia de frecvenţă, Hz/s	0,3	0,42	1,4×
Proba 3			
Sistemul CTE_1			
Saltul tensiunii, %	94,3 %	93,5 %	0,8 %
Variaţie frecvenţă, Hz/S (fără inerţia sarcinii)	0,5	0,85	1,7×
Idem, sarcina M_m = =9,5 s	,,	0,68	1,36×
Idem, sarcina $M+100$ %	,,	−0,43	0,86×
Sistemul CTE_2			
Saltul tensiunii, %	101,2 %	102 %	0,8 %
Perioada de oscilaţie a amplitudinii curentului I_G, în s	0,55	0,55	—
Idem, I_{CDE}, în s	0,6	0,6	—
Variaţie frecvenţă, Hz/s (sarcina $M+25$ %)	0,35	0,85	2,43×
Idem, sarcina $M+$ +100 %	—	0,52	1,49×
Idem, sarcina $M_m = 1$ s	—	—	—
,, ,, ,, = 8 s	—	0,75	2,14×

Menţionăm că înainte de efectuarea încercărilor au fost făcute calcule preliminare ale căror rezultate au putut fi verificate practic imediat. Materialul documentar respectiv va apare în curînd în buletinul intern al Institutului de Studii şi Proiectări Energetice.

4.2. *Rezultate*

Rezultatele principale ale calculelor făcute după metoda menţionată sînt cuprinse în tabela 5.

Oscilaţiile elementelor cercetate se găsesc în figurile 10—14.

5. Compararea rezultatelor obţinute prin încercări şi calcule

5.1. *Deconectarea grupului G 1 din* CTE_2 *încărcat la* 1000 kW

5.1.1. *Ipoteze de calcul.* Efectuînd calculele cu aruncarea sarcinilor în nodul reprezentat prin barele de 10 kV ale CTE_2 şi fără aruncarea sarcinilor, s-a constatat că toate elementele care se cercetează (saltul tensiunii, perioadele şi amplitudinile de oscilaţie, variaţia frecvenţii etc.) variază în acelaşi fel, diferenţele rezultatelor între cele două căi fiind foarte reduse. Din această cauză, pentru analiza elementelor pe ramuri, de exemplu amplitudinea curenţilor care s-au oscilografiat, schema de calcul redusă pe baza căreia se analizează oscilogramele este cea fără aruncarea sarcinilor. Aceasta are avantajul că nu se introduc erorile ce ar rezulta din revenirea la curenţii reali pe ramuri din cazul calculului cu aruncarea sarcinilor.

Inerţia sarcinii a fost repartizată proporţional pe generatoare şi a fost apreciată la 25 % din inerţia generatoarelor [7].

5.1.2. *Comparare între măsurători şi calcule.* Ceea ce a rezultat din primul calcul, care a fost efectuat fără a considera oscilaţiile dinaintea momentului deconectării, a fost faptul că perioadele oscilaţiilor sînt aceleaşi cu cele măsurate (0,5 s), iar amplitudinile sînt de acelaşi ordin de mărime.

Ţinînd seama de oscilaţiile dinainte de deconectarea grupului, care au fost observate în timpul încercărilor şi care se observă şi pe diagramă, s-au făcut corecţii în calcule care au putut readuce amplitudinile maxime la momentele măsurate.

Dacă se examinează oscilograma se observă că înainte de deconectare curentul spre CTE_1, spre exemplu, avea o tendinţă de coborîre. Calculînd curenţii dinainte de deconectare, s-a observat că pentru corecţie este necesară introducerea unui cuplu de frînare înainte de deconectare, care se exprimă în calcul prin introducerea unui unghiu de accelerare de $-6°$ în momentul iniţial al deconectării.

Acest unghi de $-6°$ se referă la descreşterea unghiului δ în intervalul de timp de la 0,1—0 s dinainte de deconectare. S-a utilizat metoda pas

cu pas, aplicată la analiza grafică, cu intervale de timp de 0,1 s.

Prin aceasta, oscilaţia amplitudinii curentului

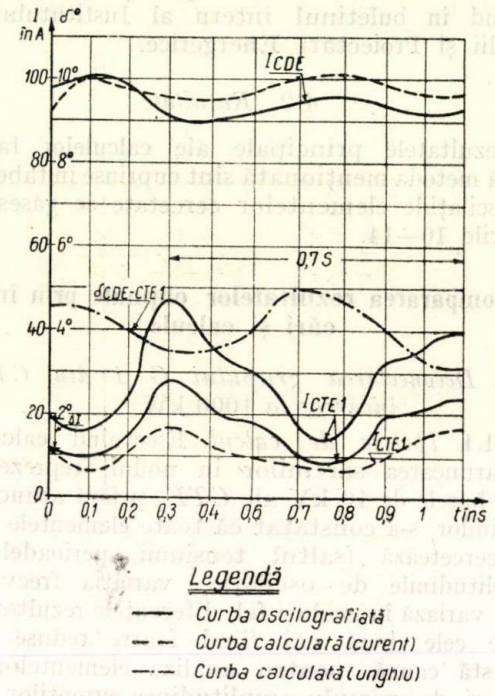


Fig. 10. Proba *1*. Diagrame comparative ale oscilaţiilor curenţilor.

Proba *2*. Diagrame comparative ale oscilaţiilor curenţilor.

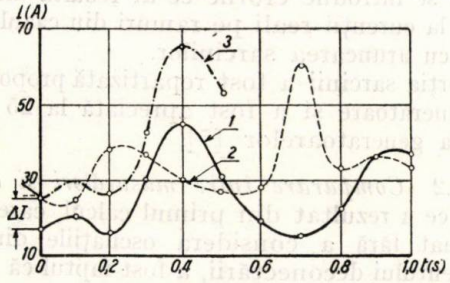


Fig. 11 a. Deconectarea grupului din CTE_2 încărcat cu 1 000 kW:

1 – curentul spre CTE_1, oscilografiat; *2* – curentul spre CTE_1 calculat; *3* – curentul spre CTE_1 calculat cu avans rotoric – 6°.

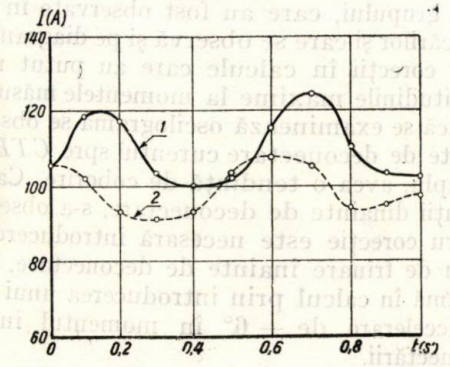


Fig. 11 b. Deconectarea grupului din CTE_2 încărcat cu 1 000 kW:

1 – curentul spre *CDE* oscilografiat; *2* – curentul spre *CDE* calculat.

spre CTE_1 se aduce la forma din fig. 11, *a*.

Remarcăm că diferenţa ΔI a curentului în momentul iniţial este explicabilă, prin aceea că etalonarea oscilografului s-a făcut direct în reţea cîteva secunde înainte de deconectare, cînd existau în reţea oscilaţii de curenţi de 30—50 %.

Remarcăm că înainte de proba *2*, la care s-au deconectat 1 000 kW, a fost efectuată proba *1*, la care s-a deconectat un grup încărcat cu 400 kW. La această probă, de proporţii mai mici, se remarcă următoarele:

1. Oscilaţiile de curenţi înainte de deconectare sînt foarte pronunţate (57 % pe curentul spre CTE_1). Aceasta se datoreşte faptului că înainte de probă a fost executată o punere în paralel cu un oarecare şoc.

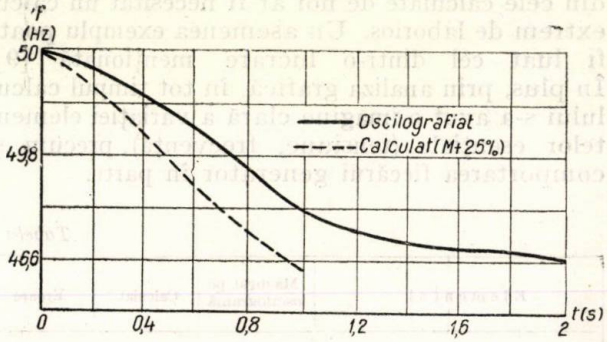


Fig. 12. Proba *2*. Variaţia frecvenţei la deconectare 1 000 kW.

2. Din forma curbei de variaţie a curentului spre CTE_1 se observă că există pendulări între generatoarele CTE_1. Aceste pendulări se amplifică din cauza şocului. Deşi probele s-au efectuat în condiţii de stabilitate statică foarte favorabile, iar şocul este foarte redus, se observă că pot exista oscilaţii de o amplitudine apreciabilă.

3. Nu există decalaj între amplitudinile maxime calculate şi oscilografiate, datorită condiţiilor din momentul iniţial al deconectării.

Variaţiile de frecvenţă şi tensiune se dau în tabela 5.

5.2. *Deconectarea interconexiunii la o încărcare de* 1300 kW

Scopul principal al acestei probe a fost examinarea variaţiilor de frecvenţă în cele 2 sisteme după deconectare. S-au verificat în acelaşi timp şi tensiunile, oscilaţiile curenţilor, care sînt cuprinse în tabela 5.

S-a examinat în primul rînd frecvenţa în sistemul CTE_2.

Calculele s-au efectuat în următoarele ipoteze:

1. Repartizarea inerţiei sarcinii proporţional pe generatoare, adăugînd 25 % la inerţia generatoarelor [7].
2. Idem, însă 100 %.
3. Reprezentînd sarcina ca un motor sincron cu o constantă de inerţie de 1 s [3].
4. Idem, însă 8 s [4].
5. Idem, însă 9,5 s.

În fig. 13 se observă cum pe baza acestor ipoteze ne apropiem mai mult sau mai puţin de frecvenţa măsurată.

S-a calculat apoi frecvenţa în sistemul CTE_1 în următoarele ipoteze :

1. Fără a ţine seamă de inerţia sarcinii.
2. Repartizînd sarcina pe generatoare, prin dublarea inerţiei lor.

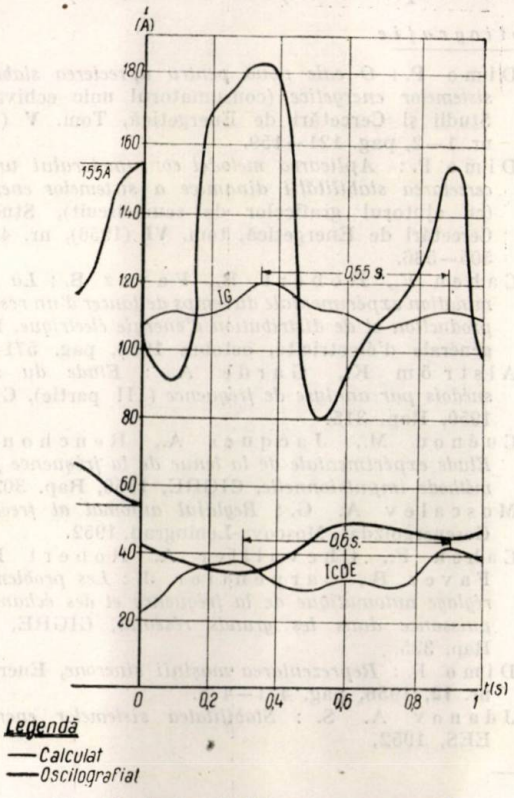


Fig. 13. Proba *3*. Diagrame comparative ale oscilaţiilor curenţilor.

3. Reprezentînd sarcina ca motor sincron cu un moment de inerţie de 9,5 s.

Rezultatele sînt prezentate grafic în fig. 13.

Remarcăm că toate aceste ipoteze nu au o bază teoretică suficient de documentată şi reprezintă doar încercări, bazate pe experienţele efectuate şi în alte ţări.

S-a constatat că variaţia frecvenţei calculată diferă şi este mult mai mică decît cea măsurată efectiv. Astfel :

1. Se ia pe jumătate valoarea variaţiei frecvenţei în funcţie de timp rezultată din calcul [6].
2. Se constată că valoarea rezultată din calcul este de 1,3 . . . 3 ori mai mare [3].

Pentru ameliorarea rezultatelor s-au făcut următoarele propuneri :

1. Să se considere sarcina cu inerţie, formată din motoare sincrone şi asincrone, cu o constantă de inerţie de 8 s [4].
2. Idem, 1 s [3].
3. Idem, 2 s [5].
4. Să se ţină seama de sarcina formată din motoare sincrone sau motoare asincrone, studiind comportamentul lor în intervale mici de timp [9].

Noi am considerat ca uşor de aplicat la diagramă metodele arătate în ipotezele de calcul. S-au făcut următoarele constatări :

1. Sarcina ca motor sincron cu un moment de inerţie de circa 10 s apropie rezultatul de cel real.
2. Sarcina reprezentată prin inerţie repartizată proporţional pe generatoare, poate da erori care nu pot fi dinainte apreciate.

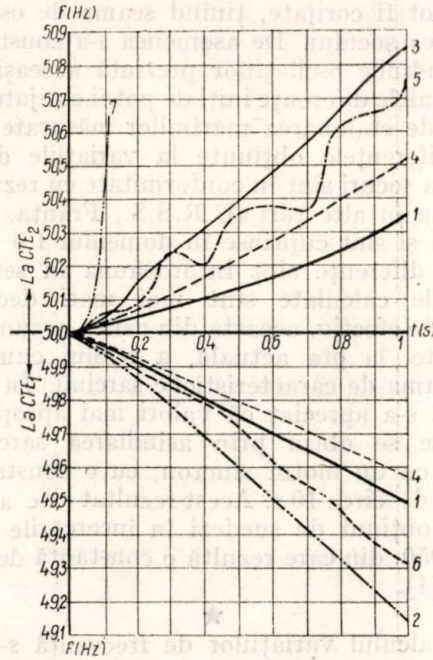


Fig. 14. Proba *3*. Variaţia frecvenţelor la deconectarea interconexiunii.

1 *Oscilografiat*
2 *Calculat fără a ţine seama de inerţia sarcinii*
3 *Calculat cu repart. inerţiei pe generat.* (M+25 %)
4 —„— —„— (M + 100 %)
5 *Calculat, sarcina ca motor sincron cu M = 8 s*
6 *Calculat, sarcina ca motor sincron M = 9,5 s*
7 *Calculat, sarcina ca motor sincron cu M = 1 s*

6. Concluzii

Încercările pe viu efectuate într-un sistem energetic au dovedit că analiza fenomenelor din reţele cu ajutorul analizei grafice Dimo dă rezultate suficient de exacte într-o serie de probleme cercetate.

Prin metodele clasice obişnuite nu s-ar fi putut aborda întreaga complexitate a fenomenelor cercetate. În afară de aceasta, prin metoda analizei grafice, în mersul calculelor s-a avut în permanenţă o orientare asupra elementelor cercetate, iar înaintea efectuării încercărilor, prin calcule simplificate, s-a putut verifica în mod expeditiv comportarea sistemului.

Din încercările efectuate pe un sistem relativ mic (14 MW putere instalată, circa 10 MW putere consumată) unde s-au executat şocuri de putere prin deconectare de generatoare de ordinul 5—10 % din puterea consumată (la care s-au obţinut variaţii de tensiune maximă de 7 %, iar variaţii de frecvenţă maxime de

ordinul 0,5 Hz/s), s-au tras următoarele concluzii:

1. Salturile de tensiune în momentul şocului se pot determina cu o exactitate foarte mare (în toate cazurile, sub 0,8 %).

2. Oscilaţiile de curenţi şi de unghiuri ale generatoarelor au în toate cazurile aceeaşi perioadă, calculată şi măsurată.

3. Eventualele decalaje ale amplitudinilor maxime pot fi corijate, ţinînd seama de oscilaţiile dinaintea şocului. De asemenea s-a constatat că amplitudinile oscilaţiilor prezintă aceeaşi alură. Eventualele diferenţe iniţiale pot fi corijate ţinînd seama de etalonarea mărimilor măsurate.

4. Diferenţele obţinute la variaţiile de frecvenţă la şocuri sînt în conformitate cu rezultatele obţinute în alte ţări (U.R.S.S., Franţa, Belgia, Suedia) şi sînt cuprinse în domeniul 1,5 ... 2,4. Aceste diferenţe sînt întotdeauna în sensul că variaţiile calculate sînt mai mari decît cele măsurate efectiv, aceasta din cauza necunoaşterii complete, la ora actuală, a felului cum să se ţină seama de caracteristicile sarcinii. În studiul de faţă s-a apreciat că valori mai apropiate de realitate se obţin prin asimilarea sarcinii cu inerţie cu un motor sincron, cu o constantă de inerţie de circa 10 s. Acest rezultat este apropiat de cel obţinut de suedezi în încercările lor din anul 1950, din care rezultă o constantă de inerţie de 8 s [4].

★

La calculul variaţiilor de frecvenţă s-a ţinut seama de inerţia sarcinii, înlocuind-o cu un motor sincron cu constanta de inerţie avînd valori găsite în literatură sau considerate corespunzătoare. În felul acesta s-au obţinut prin calcul variaţii în conformitate cu cele măsurate.

Aceste valori ne avînd o bază teoretică suficient de documentată, este necesară o continuare a studiului pentru a găsi o fundamentare teoretică a felului cum să se ţină seama de influenţa inerţiei sarcinii asupra variaţiilor de frecvenţă.

Bibliografie

[1] Dimo P.: *O cale nouă pentru aprecierea stabilităţii sistemelor energetice* (consumatorul unic echivalent). Studii şi Cercetări de Energetică, Tom. **V** (1955), nr. 1—2, pag. 121—159.

[2] Dimo P.: *Aplicarea metodei consumatorului unic în cercetarea stabilităţii dinamice a sistemelor energetice* (cu ajutorul graficelor de scurtcircuit), Studii şi Cercetări de Energetică, tom. **VI** (1956), nr. 4, pag. 505—536.

[3] Cahen F., Robert R., Favez B.: *La détermination expérimentale du temps de lancer d'un réseau de production et de distribution d'énergie électrique*, Révue générale d'électricité, octobre 1956, pag. 571—596.

[4] Alström K., Garde A., : *Etude du réseau suédois par analyse de fréquence* (III partie), CIGRE 1950, Rap. 315.

[5] Cuénod M., Jacques A., Renchon R.: *Etude expérimentale de la tenue de la fréquence par la méthode impulsionnelle*, CIGRE, 1956, Rap. 302.

[6] Moscalev A. G.: *Reglajul automat al frecvenţei*, Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad, 1952.

[7] Cahen F., Chevallier A. Robert R., Favez B., Carpentier J.: *Les problemes de réglage automatique de la fréquence et des échanges de puissance dans les grands réseaux*, CIGRE, 1956, Rap. 325.

[8] Dimo P.: *Reprezentarea maşinii sincrone*, Energetica nr. **12**, 1956, pag. 471—475.

[9] Jdanov A. S.: *Stabilitatea sistemelor energetice*, EES, 1952,

621.316.13.001.24

Folosirea unui generator echivalent pentru simplificarea schemei reţelelor electrice, în studiul stabilităţii statice

S. IONESCU,) F. MANEA**)* Bucureşti

Se arată modul de reducere a unei reţele arborescente la o reţea cu consumator unic (radială) pentru studiul stabilităţii statice, folosind un generator echivalent în condiţiile aceleiaşi circulaţii de puteri şi a identităţii derivatei $\frac{dQ}{dU}$. *Se dă un exemplu de calcul pentru ilustrarea metodei.*

Stabilitatea sistemelor electrice complicate se studiază comod numai dacă se efectuează în prealabil o reducere a schemei acestora.

Pentru sistemele radiale (care au un consumator unic) s-a elaborat o metodă grafică simplă folosindu-se curenţii de scurtcircuit reprezentativi ai maşinilor sincrone [1].

În cele ce urmează se utilizează o metodă de generator echivalent [2] pentru reducerea unui sistem arborescent la unul radial, în vederea studiului pe cale grafică [1] al stabilităţii statice, folosind criteriul $\frac{dQ}{dU}$.

*) Inginer, Institutul de Energetică al Academiei RPR.
**) Inginer, Institutul de Energetică al Academiei RPR.

Determinarea generatorului echivalent

Fie un generator cu tensiunea electromotoare E_1 şi reactanţa x_1, ce debitează puterile activă P_1 şi reactivă Q_1 pe barele de tensiune U (fig. 1). Pentru consumatorul local vom admite caracteristici statice de forma:

$$P_c = \text{constant}, \quad Q_c = \frac{U^2}{x_c}.$$

În reprezentarea grafică care foloseşte curenţii de scurtcircuit [1], punctul de funcţionare (A) şi valoarea derivatei $\frac{dQ}{dU}$ nu se schimbă, dacă

reactanţa corespunzătoare consumatorului local de putere reactivă se introduce în generatorul echivalent (fig. 2).

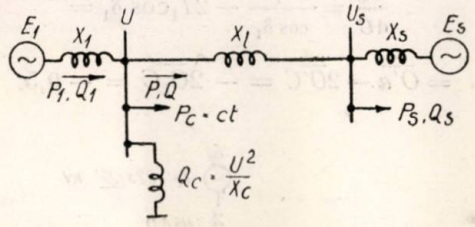


Fig. 1

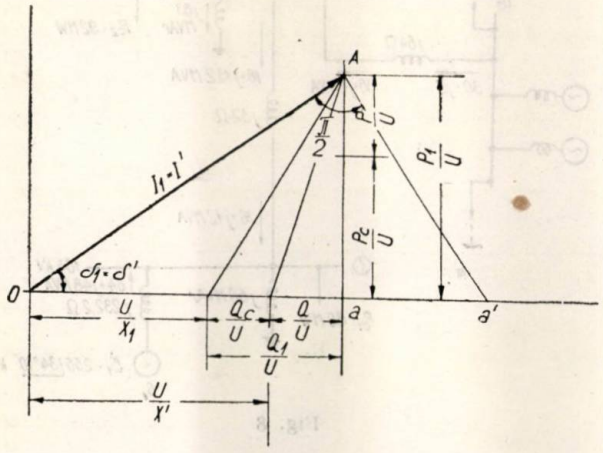


Fig. 2

Într-adevăr, curentul de scurtcircuit $I_1 = \frac{E_1}{x_1}$ şi unghiul generatorului δ_1 se păstrează acelaşi. F.e.m. a acestui generator este

$$E' = \frac{\frac{E_1}{x_1}}{\frac{1}{x_1} = \frac{1}{x_c}},$$

iar reactanţa echivalentă

$$x' = \frac{x_1 \cdot x_c}{x_1 + x_c}; \qquad \left(I' = \frac{E'}{x'} = \frac{E_1}{x_1}\right).$$

O primă modificare a schemei rezultă deci ca în fig. 3.

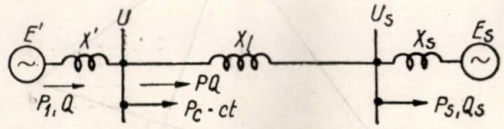


Fig. 3

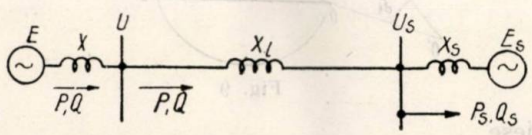


Fig. 4

Se caută un generator echivalent al celui din fig. 3, reprezentat în fig. 4. Acest generator trebuie să debiteze în sistem aceleaşi puteri P şi Q; în plus, derivata puterii reactive în raport cu tensiunea, pe bara de tensiune U, trebuie să fie aceeaşi [2].

Dacă notăm

$$I' = \frac{E'}{x'}; \quad I = \frac{E}{x} \quad \text{şi} \quad -\Delta = \frac{dQ}{dU}$$

condiţiile impuse acestui generator sînt :

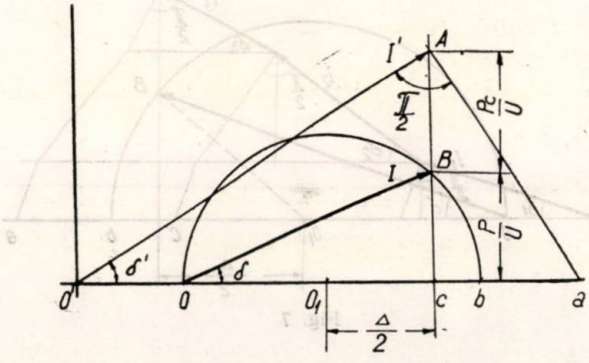
$$\left.\begin{aligned} I \sin\delta &= \frac{P}{U} \\ I\cos\delta - \frac{U}{x} &= \frac{Q}{U} \\ \frac{dQ}{dU} = \frac{I}{\cos\delta} - 2I\cos\delta &= \frac{I'}{\cos\delta'} - 2I'\cos\delta' = -\Delta \end{aligned}\right\} \quad (1)$$

Prin rezolvarea sistemului (1) rezultă valorile necunoscute I, δ, x. Rezolvarea analitică este următoarea :

$$-\Delta = I \cdot \frac{1 - 2\cos^2\delta}{\cos\delta} = \frac{P}{U\sin\delta} \cdot \frac{1 - 2\cos^2\delta}{\cos\delta} = -\frac{P}{U} \cdot \frac{\cos 2\delta}{\frac{1}{2}\sin 2\delta};$$

deci :

$$\operatorname{tg} 2\delta = \frac{2P}{U \cdot \Delta} \qquad I = \frac{P}{U \cdot \sin\delta}; \qquad x = \frac{U}{I\cos\delta - \frac{Q}{U}}.$$



$\overline{0'a} = \frac{I'}{\cos\delta'}$; $\overline{0'O_1} = \frac{\overline{0'a}}{2} = \frac{I'}{2\cos\delta'}$; $\overline{0'C} = I'\cos\delta'$

$\overline{0b} = \frac{I}{\cos\delta}$; $\overline{0O_1} = \frac{\overline{0b}}{2} = \frac{I}{2\cos\delta}$; $\overline{0C} = I\cos\delta$

Fig. 5

O rezolvare comodă a sistemului (1) rezultă pe cale grafică (fig. 5).

Din punctul O_1 (obţinut prin împărţirea segmentului $\overline{O'a}$ la $2 : \overline{O'O_1} = \frac{\overline{O'a}}{2}$), se duce un semicerc de rază $\overline{O_1B}$ (punctul B corespunzînd noii puteri active debitate $\overline{CB} = \frac{P}{U}$).

La intersecţia semicercului cu axa absciselor se obţine punctul O. Segmentul $\overline{OB}$ determină în mărime şi ca orientare generatorul echivalent.

Acest generator debitează puterea activă impusă P. El îndeplineşte condiţia de indentitatea efectului reglant al puterii reactive:

$$\frac{I}{\cos\delta} - 2I\cos\delta = -\Delta$$

sau

$$\frac{I}{2\cos\delta} + \frac{\Delta}{2} = I\cos\delta, \text{ adică } \overline{OO_1} + \overline{O_1C} = \overline{OC}.$$

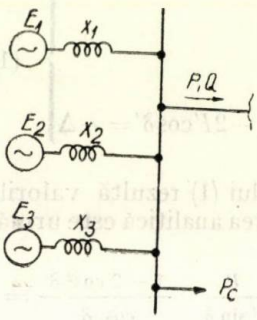


Fig. 6

Reactanţa lui se alege astfel ca el să debiteze şi puterea reactivă

$$Q\left(\overline{OC} = \frac{U}{x} + \frac{Q}{U}\right).$$

Dacă pe bara cu tensiunea U sînt conectate mai multe generatoare (fig. 6), construcţia se face ca în fig. 7.

Se procedează astfel:

Se află segmentul $\overline{O'a} = \sum_{i=1}^{3} \frac{I_i}{\cos\delta_i}$ şi se obţine punctul O_1 : $\overline{O'O_1} = \frac{\overline{O'a}}{2}$,

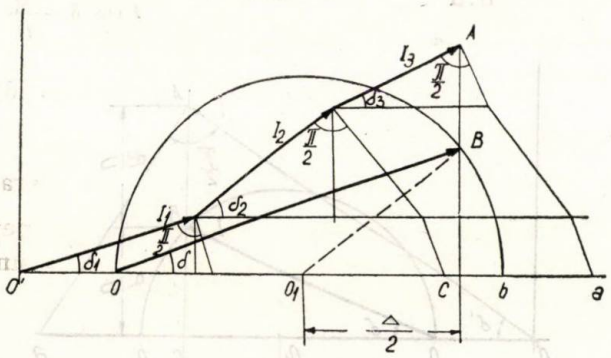


Fig. 7

— cu semicercul de rază $\overline{O_1B}$ $\left(\overline{CB} = \frac{P}{U}\right)$ se găseşte punctul O. Segmentul $\overline{OB}$ determină generatorul echivalent căutat.

Exemplu. Vom considera o porţiune dintr-un sistem energetic (fig. 8), care trebuie redusă la un generator echivalent pentru a putea calcula comod (aplicînd metoda curenţilor de scurt-circuit) valoarea derivatei $\frac{dQ}{dU_s}$ pe bara de tensiune U_s.

Se construieşte grafic (sau analitic) generatorul echivalent pe bara *1* (fig. 9).

$$I_1 = \frac{255}{232{,}2} = 1{,}1 \ (\overline{O'A}); \delta_1 = 34°10';$$

$$\frac{P_1}{U} = \frac{64}{104} = 0{,}615 (\overline{AC})$$

$$yU + \frac{Q}{U} = \frac{104}{232{,}2} + \frac{48}{104} = 0{,}91 \ (\overline{O'C})$$

$$\frac{dQ}{dU} = \frac{I_1}{\cos\delta_1} - 2I_1\cos\delta_1 =$$

$$= \overline{O'a} - 2\overline{O'C} = -2\overline{O_1C} = -0{,}5.$$

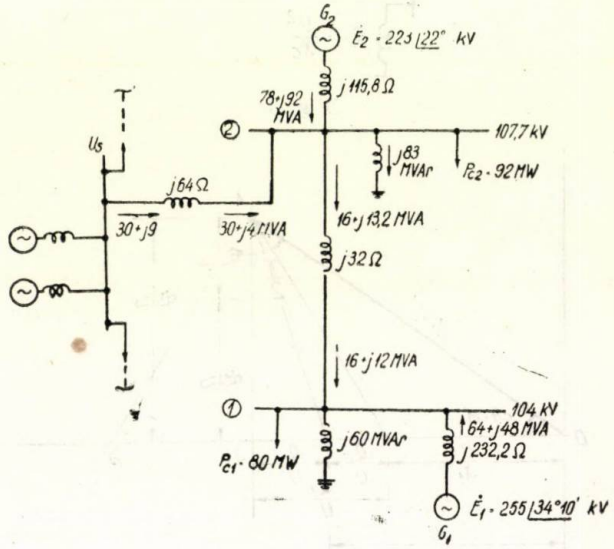


Fig. 8

Se împarte $\overline{O'a}$ la 2 şi se obţine punctul O_1. Se duce din punctul A mărimea $\frac{P_{c1}}{U} = \frac{80}{104} = 0{,}77$ $(\overline{AB})$ şi se obţine punctul B.

Cu semicercul de rază $\overline{O_1B}$ se află punctul O şi motorul sincron echivalent pe bara *1* $\overline{OB}$. Prin măsurare rezultă $\overline{OB} = 0{,}552$ şi $\overline{OC} = 0{,}535$.

Din expresia

$$\overline{OC} = YU - \frac{Q}{U}$$

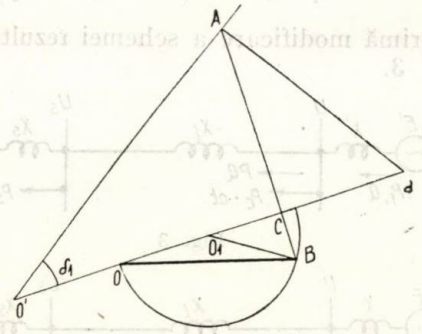


Fig. 9

reiese

$$Y = \frac{0{,}535 + \frac{12}{104}}{104} = 62{,}5 \cdot 10_s^{-4}$$

deci $x = 160\ \Omega$

și din

$$\overline{OB} = EY\,; \quad E = \frac{0{,}552}{62{,}5 \cdot 10^{-4}} = 88{,}3 \text{ kV}.$$

Bara *1* s-a înlocuit astfel cu un motor sincron echivalent ca în fig. 10, *a* și care s-a adus pe bara *2*, fig. 10, *b*.

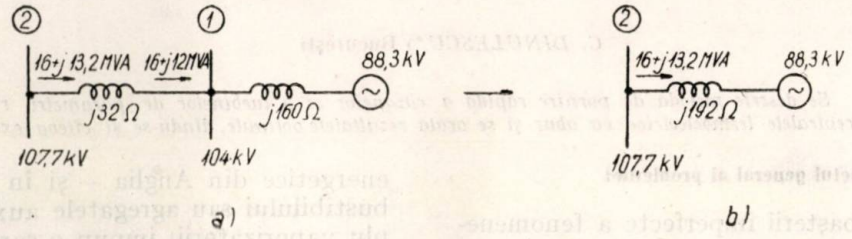


Fig. 10

Pe bara *2* se procedează în mod asemănător.

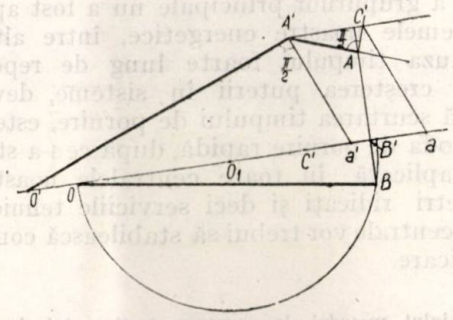


Fig. 11

În fig. 11 $\overline{O'A'} = \frac{223}{115{,}8} 1{,}93\,;$

$$\overline{O'C'} = \frac{107{,}7}{115{,}8} + \frac{92}{107{,}7} = 1{,}785\,;$$

$$\overline{A'C'} = \frac{78}{107{,}7} = 0{,}725$$

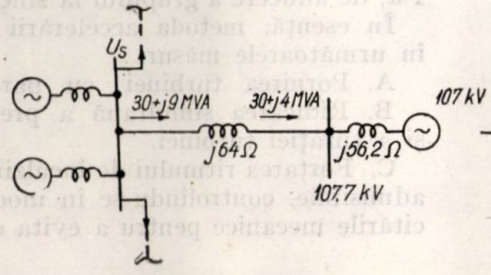


Fig. 12

sînt curentul de scurtcircuit, abscisa și respectiv ordonata corespunzătoare generatorului G_2. În punctul A' se adaugă segmentul $\overline{A'A}$, care reprezintă motorul sincron echivalent dedus anterior :

$$\overline{A'A} = \frac{88{,}3}{192} = 0{,}46\,;$$

$$\overline{A'C} = \frac{107{,}7}{192} - \frac{13{,}2}{107{,}7} = 0{,}437\,;$$

$$\overline{AC} = \frac{16}{107{,}7} = 0{,}1485.$$

Se adună segmentele $\overline{O'a'} + \overline{a'a} = \overline{O'a}$, se împarte la 2 și se obține punctul O_1; din punctul A se ia mărimea $\overline{AB} = \frac{P_{c2}}{U} = \frac{92}{107{,}7} =$

$$\overline{AB} = 0{,}855.$$

Se duce semicercul de rază $\overline{O_1B}$ și astfel rezultă alt motor sincron echivalent $\overline{OB}$.

Măsurînd pe grafic

$$\overline{OB} = 1{,}9 \text{ și } \overline{OB'} = 1{,}88.$$

Se obține ca mai sus, $E = 107$ kV și $x = 56{,}2\ \Omega$ astfel că schema s-a redus ca în fig. 12.

Stabilirea valorii derivatei $\frac{dQ}{dU_s}$ pe bara de tensiune U_s, dacă s-a procedat analog pentru toate ramurile rețelei, se poate face acum simplu folosind metoda [1].

Bibliografie

[1] Dimo P.: *O cale nouă pentru aprecierea stabilității sistemelor energetice* (Consumatorul unic echivalent) Studii și Cercetări de Energetică, nr. 1—2, 1955.

[2] Manea F.: *Generator echivalent în studiul stabilității statice*, Studii și Cercetări de Energetică, nr. 2, 1957.

621.311.22.004.2

Scurtarea timpului de pornire a agregatelor energetice din centralele termoelectrice cu abur

C. DINULESCU*) Bucureşti

Se descrie metoda de pornire rapidă a cazanelor şi a turbinelor de parametri ridicaţi din centralele termoelectrice cu abur şi se arată rezultatele obţinute, dîndu-se şi cîteva exemple.

I. Aspectul general al problemei

Din cauza cunoaşterii imperfecte a fenomenelor ce au loc în cazane şi turbine în timpul încălzirii lor pînă la condiţiile normale de funcţionare, precum şi din cauza unei prudenţe exagerate a fabricilor furnizoare, timpul de pornire a cazanelor şi a turbinelor de parametri ridicaţi din centralele noastre este inutil de lung, ceea ce are următoarele consecinţe ;

— un consum suplimentar de combustibil ;

— pierderi de condensat ;

— prelungirea timpului de indisponibilitate a agregatelor respective.

Pentru aprecierea reducerii posibile a duratei de pornire numai prin folosirea unei metode raţionale — deci fără a se recurge la mijloace speciale de încălzire — se dau cîteva cifre de orientare :

Conform instrucţiunilor de pornire date de fabricile constructoare şi de P.E.T., timpul de pornire şi încărcare pînă la sarcina nominală a unui grup de 50 MW la 100 at şi 500°C este cel puţin de 12 ore.

Timpurile realizate în ultima vreme prin aplicarea corectă a tehnicii de pornire rapidă la unităţi similare sînt de ordinul :

a) *In CTE Nesvetai U.R.S.S.*, pentru un bloc de 50 MW compus din două cazane de cîte 110 t/h la 128 at 485°C şi un grup de 50 MW cu două corpuri cu supraîncălzire intermediară, timpul de pornire de la rece şi încărcare la plină sarcină este de circa 3 h 50′.

b) *In CTE Pridneprovskoi* (*U.R.S.S.*), un bloc de 100 MW, compus din două cazane de cîte 230 t/h şi un grup de 100 MW, se aduce la plină sarcină în timp de 4 h 30′.

Alte rezultate de aplicare a acestei metode care în multe părţi a trecut de mult din stadiul de experimentare în cel de exploatare, se pot vedea din bibliografia indicată la sfîrşitul articolului.

Problema scurtării pornirii se pune atît la repunerea în funcţiune a grupurilor după reparaţie sau după opriri programate, cît şi după opriri periodice provocate de scăderea sarcinii. În sistemele energetice cu sarcină redusă în timpul nopţii — cum este în deosebi cazul în sistemele energetice din Anglia — şi în care natura combustibilului sau agregatele auxiliare (spre exemplu vaporizatorii) impun o sarcină tehnică minimă, oprirea unor grupuri după vîrful de seară şi repornirea lor a doua zi este inevitabilă. Pînă în prezent această măsură de oprire şi repornire zilnică a grupurilor principale nu a fost aplicată în sistemele noastre energetice, între altele şi din cauza timpului foarte lung de repornire.

Prin creşterea puterii în sisteme, devenind posibilă scurtarea timpului de pornire, este sigur că metoda de pornire rapidă, după ce s-a studiat, va fi aplicată în toate centralele noastre cu parametri ridicaţi şi deci serviciile tehnice din aceste centrale vor trebui să stabilească condiţiile de aplicare.

II. Principiul metodei de scurtare a timpului de pornire

Prin timpul de pornire al unui bloc cazan-turbină, se va înţelege în cele ce urmează nu numai timpul necesar atingerii parametrilor nominali de funcţionare p kg/cm², t°C, şi n rot/min, ci şi pe acela de aducere la regimul de încălzire corespunzător sarcinii nominale, cunoscînd că uneori pentru evitarea solicitărilor limită, faza a II-a de încărcare este mai lungă decît faza I-a, de aducere a grupului la sincronism.

În esenţă, metoda accelerării pornirii constă în următoarele măsuri :

A. Pornirea turbinei, cu parametri scăzuţi.

B. Ridicarea simultană a presiunii în cazan şi a turaţiei turbinei.

C. Forţarea ritmului de încălzire pînă la limite admisibile, controlîndu-se în mod continuu solicitările mecanice pentru a evita orice fel de risc.

III. Consecinţe posibile ale accelerării pornirii

1. *Învîrtirea turbinei cu abur de presiune scăzută*, şi anume imediat după începerea vaporizării în cazan, cum şi *ridicarea simultană a turaţiei turbinei şi a presiunii cazanului* pot avea drept consecinţă neplăcută creşterea exagerată a temperaturii metalului ţevilor de supraîncălzitor din prima treaptă. Într-adevăr, pe de o parte, debitul de abur în supraîncălzitor fiind relativ redus, răcirea acestuia poate deveni insuficientă, iar pe de altă parte gazele arse au o

*) Inginer, Direcţia Electrificării a Departamentului Energiei Electrice

temperatură ridicată pentru că debitul de combustibil este mărit în raport cu cel de la o pornire obişnuită pentru a face faţă la :

— debitarea de abur către turbină pentru pornirea imediată ;

— creşterea presiunii într-un ritm mai rapid.

După cum se va vedea mai departe acest risc poate fi practic evitat.

Asupra tamburului cazanului, debitarea de abur de la început cu consecinţa sa de forţare

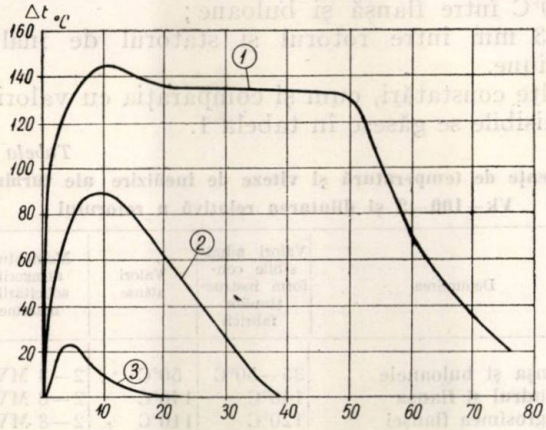


Fig. 1. Diferenţa de temperatură între generatricea superioară (în mijloc) şi generatricea inferioară (la capete) a tamburului cazanului :

1 — încălzirea cazanului fără sarcină cu viteza de încălzire de 53°C/h ; *2* — încălzirea cazanului cu sarcină cu viteza de 85°C/h pînă la presiunea de 15 at şi apoi cu 30°C/h ; *3* — încălzirea cazanului cu sarcină însă Δt măsurată între generatricea inferioară şi superioară la mijloc.

a focului nu numai că nu comportă vreun risc, ci dimpotrivă. Într-adevăr, din fig. 1 se vede că, la pornirea obişnuită, diferenţa de temperatură dintre generatricea superioară şi generatricea inferioară are şi valoarea şi durata mai ridicată decît la pornirea rapidă.

2. *Forţarea ritmului de încălzire* poate avea consecinţe de felul următor :

a) Diferenţe mari de temperatură între interiorul şi exteriorul carcasei turbinei, care conduc la solicitări mecanice ridicate ; astfel de solicitări pot să apară în cilindrul şi în flanşele de închidere ale corpului turbinei.

b) Diferenţe mari de temperatură între două generatrice opuse la corpurile cilindrice.

Astfel de diferenţe pot să apară :

— la tamburul cazanului cu consecinţe de stricarea valţuirilor sau chiar de apariţia de fisuri ;

— la corpul turbinei cu consecinţe de atingeri între rotor şi stator sau apariţia de vibraţii.

c) Diferenţe mari de dilatare relativă rotor-stator cu consecinţe posibile de atingere între palete sau între labirinţi.

d) Diferenţe mari de dilatare între flanşe şi buloanele de strîngere, cu consecinţe posibile de întindere a buloanelor şi de stricare a etanşeităţii.

IV. Detalii practice asupra procedeului de pornire rapidă şi rezultatele obţinute

În cele ce urmează se vor indica pe scurt detaliile practice de pornire şi rezultatele obţinute la un grup sovietic de 100 MW şi la alte două grupuri : unul de construcţie sovietică de 50 MW, iar celălalt de construcţie engleză de 60 MW.

A. *Pornirea unui bloc de 100 MW din CTE Predneprovskoi U.R.S.S, compus din două cazane* 2 TP—230—2 *şi dintr-un grup* BK—100—2

1. *Pregătiri preliminare de pornire* :

a) Pornirea pompelor de circulaţie şi de condensat.

b) Pornirea cu abur luat de la un grup vecin al turbopompei de ulei, pentru ca, la presiunea de ulei de 12 at, să se poată deschide supapa automată şi supapele de reglaj.

c) Deschiderea ventilului principal de abur de la cazan către turbină.

d) Creşterea vacuumului în condensator dînd abur (luat tot de la grupul învecinat) la ejector şi la labirinţi, după pornirea virorului.

e) Cuplarea preîncălzitoarelor de joasă presiune atît la apă, cît şi la abur.

2. *Manevre în timpul încălzirii* :

a) Apa rămasă în serpentinele supraîncălzitorului nu se suflă şi încălzirea se începe cu conducta de abur deschisă pînă la turbină.

b) În timpul încălzirii, cazanul se alimentează prin schema obişnuită cu apă de 158°C de la degazorii în funcţie.

c) Pentru a evita creşteri bruşte ale supraîncălzirii se adoptă un regim special de încălzire şi anume :

— timp de 10 min încălzirea cazanului cu patru arzătoare de păcură şi apoi stinse complet timp de trei min,

— după 12 min de la aprindere, cu o presiune de 1,3 ata înainte de ventilul principal al turbinei se deschide acesta şi turbina începe să se învîrtească ajungînd repede la circa 300 t/m numai cu aburul produs din căldura acumulată în apa din cazan ;

— după o scurtă ascultare a turbinei, se reaprinde un arzător de păcură şi se continuă creşterea presiunii, aşa cum rezultă din curbele din fig. 2.

d) Cu presiunea de circa 1 ata în conducta de la cazan la turbină şi cu aburul uşor supraîncălzit, nu apar lovituri de apă.

e) Ritmul de creştere a presiunii la cazan şi, deci, regimul de ardere este impus de menţinerea diferenţelor de temperatură şi de dilatare la turbine în limitele impuse.

f) După 1 h 30′ se sincronizează manual şi se încarcă la 2—3 MW ; diferenţele de temperaturi şi de dilatare atingînd în acest moment valorile maxime, se încetează creşterea presiunii menţinîndu-se sarcina de 6 MW timp de circa 50 min după care se reia creşterea presiunii mărindu-se

sarcina pînă la 55 MW cu 1 singur cazan fără acţionarea sincronizatorului şi a supapelor de reglaj.

Parametrii aburului în acest moment sînt :

la cazan 75 at 475°C ;

la intrarea în turbine 65 at 465°C.

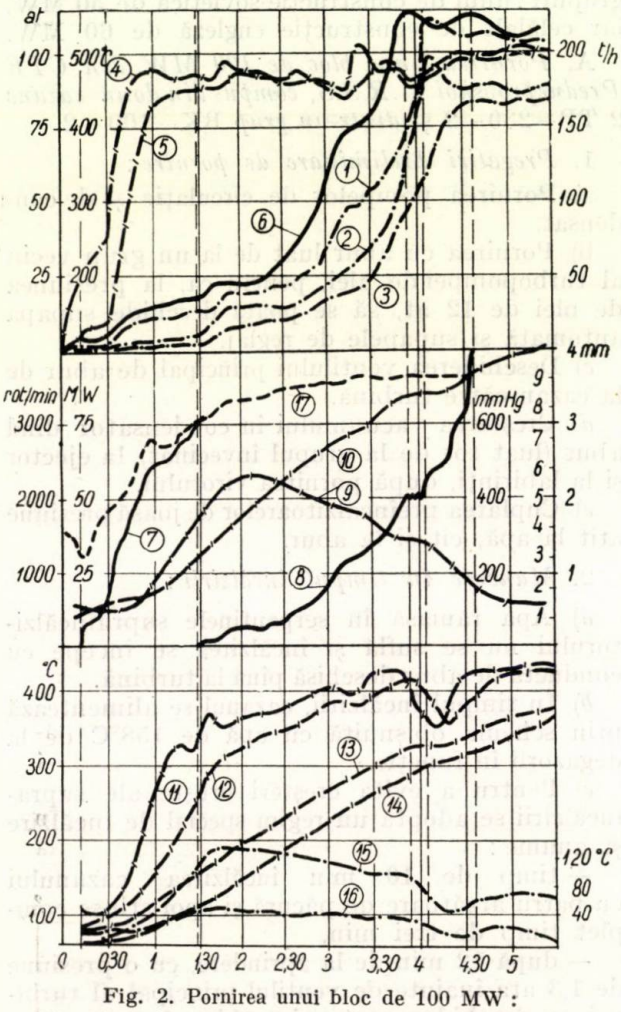


Fig. 2. Pornirea unui bloc de 100 MW :

1 — presiunea la cazan ; *2* — presiunea înaintea supapei automate ; *3* — presiunea după I-a supapă de reglaj ; *4* — temperatura aburului ; după supraîncălzitor ; *5* — temperatura aburului în faţa turbinei ; *6* — consum de abur ; *7* — turaţia ; *8* — sarcina ; *9* — dilatarea relativă rotor-stator ; *10* — dilatarea cilindrului de P I ; *11* — temperatura aburului în camera treptei de reglare ; *12* — temperatura cilindrului în punctul superior din zona camerei treptei de reglare ; *13* — temperatura flanşei superioare ; *14* — temperatura buloanelor cilidri de PI în zona camerei treptei de reglare ; *15* — diferenţa de temperatură între punctul superior al cilindrului şi flanşa superioară ; *16* — diferenţa de temperatură între flanşă şi buloane ; *17* — vacuum în condensor în mm Hg.

Succesiunea operaţiilor

0^{12} Impuls de abur la rotorul turbinei
1^{29} Sincronizarea
3^{50} Supapele de reglare încep să închidă
4^{05} Cuplarea cazanului *2*
4^{35} Sfîrşitul pornirii. Sarcina 100 MW.

g) Se cuplează al 2-lea cazan, se ridică presiunea, supapele de reglaj încep să se închidă şi după 4 h 30′ de la aprindere se atinge plina putere de 100 MW.

3. *Constatări* :

Din examinarea curbelor din fig. 2, rezultă următoarele :

a) Viteza maximă de creştere a temperaturii aburului în camera supapelor de reglaj este de 11°C/min (660° C/h) şi are loc la creşterea vitezei între 500 rot/min şi 2500 rot/min.

b) Viteza maximă de creştere a temperaturii carcasei pe generatricea superioară este de 3,75°C/h şi are loc înainte şi imediat după sincronizare.

c) Diferenţele maxime de temperatură în corpul turbinei şi diferenţele maxime de dilatare între rotor şi stator apar la începutul încărcării (circa 6 MW) şi sînt de ordinul :

140°C între generatricea superioară şi flanşă ;

50°C între flanşă şi buloane ;

2,3 mm între rotorul şi statorul de înaltă presiune.

Alte constatări, cum şi comparaţia cu valorile admisibile se găsesc în tabela 1.

Tabela 1

Diferenţe de temperatură şi viteze de încălzire ale turbinei Vk—100—2 şi dilatarea relativă a rotorului

Denumirea	Valori admisibile conform instrucţiunilor fabricii	Valori atinse	Momentul atingerii solicitării maxime
Flanşa şi buloanele	35—50°C	50°C	2—8 MW
Cilindrul şi flanşa	140°C	140°C	2—8 MW
În grosimea flanşei	120°C	110°C	2—8 MW
Bucşa etanşării din faţă şi rotor	80°C	70°C	2—8 MW
Generatricea superioară şi inferioară a cilindrului	50°C	30°C	6 MW
Viteza de încălzire a supapei automate	4°C/min	4,2°C/min	2 400 rot/min
Dilatarea relativă a rotorului	3,5 mm	2,3 mm	6

4. *Rezultatele obţinute sînt următoarele :*

a) temperatura iniţială a apei în cazan . . 37°C ;
b) durata pînă la învîrtirea rotorului . . 0 h 12′ ;
c) încălzirea turbinei pînă la sincronizare : 1 h 17′ ;
d) funcţionarea cu 2—6 MW . . . . . 0 h 50′ ;
e) durata creşterii sarcinii de la 6 MW la 100 MW . . . . . 2 h 16′ ;
f) durata totală : sincronizare + încărcare . 4 h 35′.

Această durată include şi circa 30 minute pierdute din neglijenţa personalului cu pierderea vacuumului, scăderi şi creşteri bruşte ale supraîncălzirii etc.

B. *Pornirea unui bloc de* 50 MW *din CTE Nesvetai U.R.S.S. compus din două cazane* 110 t/h, 128at, 485°C *şi dintr-un grup de* 50 MW *în două corpuri cu supraîncălzire intermediară*

Menţionăm că această centrală are o particularitate agravantă, care influenţează nefavorabil timpul de pornire, şi anume : virorul turbinei nu are decuplare automată, ceea ce antrenează următoarele neajunsuri :

— învîrtirea rotorului cu abur trebuind să se facă din stare de repaus, pornirea nu se mai poate realiza de la început, ci trebuie aşteptat pînă cînd presiunea atinge valoarea de 20—30 at ;

— în timpul creşterii presiunii pînă la valoarea necesară învîrtirii, adică timp de circa 1 h 30′, supraîncălzitorul principal trebuie răcit cu abur

propriu, iar cel intermediar cu abut luat de la un cazan învecinat, ceea ce comportă la un moment dat o întrerupere de circa 10 min pentru comutare.

1. Manevrele de pornire sînt următoarele :

a) cazanul se încălzeşte de la început cu viteza maximă de patru arzătoare de păcură, răcirea supraîncălzitorului principal şi intermediar făcîndu-se cum s-a arătat anterior ;

b) la atingerea presiunii de 20—30 at se dă abur la ejector şi cînd vacuumul atinge valoarea de 350—500 mm CA se învîrteşte rotorul şi apoi se creşte simultan turaţia cu presiunea ;

c) la atingerea vitezei de 3 000 rot/min, focurile se sting pentru comutarea supraîncălzitorului intermediar, după care se reaprind şi apoi se continuă cu încărcarea turbinei ;

d) viteza de ridicare a presiunii la cazan se limitează după temperatura supraîncălzitorului de radiaţie, iar aceea de creştere a turaţiei după diferenţele de temperatură şi de dilatări relative ale rotorilor, care nu trebuie să depăşească valorile din instrucţiuni sau pe cele obţinute la pornirea obişnuită.

2. Constatări şi rezultate obţinute. Din tabelele 2 şi 3, care cuprind timpurile diferitelor operaţii, respectiv diferenţele de temperatură şi de dilatare, se pot trage următoarele concluzii :

a) timpul total de pornire se scurtează de la 8 h 20′ la 3 h 48′, adică de circa 2,2 ori.

b) solicitările rezultate din diferenţele de temperatură, respectiv riscurile rezultate din diferenţe de temperaturi sau de dilatare, sînt inferioare sau cel mult egale cu cele de la pornirea obişnuită.

În special, la tamburul cazanului diferenţa de temperatură între interior şi exterior este mult sub cea admisibilă.

C. *Pornirea unui grup de* 60 MW 64 at 496°C *de construcţie engleză Metropolitan Vickers, după opriri de* 6—12 h

1. Viteza admisibilă de încălzire a corpului turbinei în zona supapelor de reglaj 278°C/h.

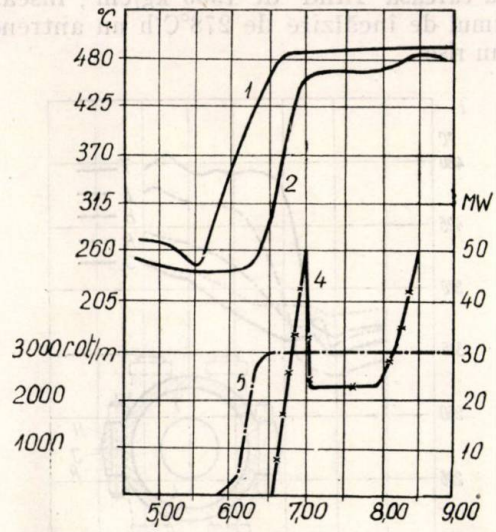


Fig. 3. Repornirea după oprire de 12 h, a unei turbine MV de 60 MW :

1 — temperatura aburului în camera ajutajelor ; *2* — temperatura metalului cilindrului în zona ajutajului ; *3* — turaţia ; *4* — sarcina.

2. Pentru ca viteza de încălzire să nu fie depăşită, se impune ca aburul la intrarea în turbină să nu fie umed.

3. La viteza de încălzire de 278°C/h şi în condiţii normale de transmitere a căldurii de la

Tabela 2

Denumirea	Conform instrucţiunilor	Timpul realizat				
		1	2	3	4	5
Durata de la oprirea cazanului pînă la repornire	—	69—40	106^{15}	260^{00}	47^{00}	39^{07}
Pînă la închiderea aerisirii	60′	24	25	9	8	7
Pînă la începerea învîrtirii h-min	4 h 00′	$1^{30'}$	$1^{37'}$	0^{54}	0^{47}	0^{55}
De la învîrtire pînă la 3 000 t/m h-min	$1^{45'}$	0^{46}	0^{42}	0^{46}	0^{42}	0^{41}
Comutarea supraîncălzitorului intermediar şi sincronizare, min	10′	9	7	5	8	6
Total pînă la cuplare h-min	$5^{55'}$	2^{25}	2^{26}	1^{45}	1^{37}	1^{42}
Creşterea sarcinii 0—25 MW h-min	1^{15}	0^{55}	1^{16}	1^{07}	1^{02}	1^{01}
Creşterea sarcinii 25—50 MW h-min	1^{10}	—	—	—	—	0^{50}
Total pînă la 25 MW h-min	7^{10}	3^{20}	3^{42}	2^{52}	2^{39}	2^{52}
Total pînă la 50 MW h-min	8^{20}	—	—	—	—	3^{48}

Tabela 3

Denumirea	Valori admisibile	Valori atinse				
		1	2	3	4	5
Diferenţe maxime : flanşe-buloane, °C	35—50	30	35	30	40	25
Diferenţe maxime : cilindru-flanşe, °C	154	150	124	160	156	110
Diferenţe maxime : cilindru-sus-jos, °C	40—70	50	42	50	55	60
Dilatare relativă a rotorului *IP*, mm	3	2,0	1,3	2,7	1,5	1,2
Dilatare relativă a rotorului *JP*, mm	3,5	2,0	1,3	2,1	2,05	0,85
Viteza de încălzire a supapei automate, °C/min	4	2	2,5	4,0	3,5	4,0
Diferenţe maxime : pereţii tambur, °C	50	18	20	18	10	20

abur la metal (abur supraîncălzit, presiunea de circa 30 at la ieşirea din ajutaje cu un coeficient de transmitere a căldurii $k = 680$ kcal/m² h°C), diferenţa de temperatură între interiorul şi exteriorul unui perete de circa 75 mm este de circa 22°C, căreia îi corespunde o solicitare de circa 540 kg/cm²,.

Rezistenţa oţelului feritic din care este executată carcasa fiind de 1550 kg/cm², înseamnă că ritmul de încălzire de 278°C/h nu antrenează nici un risc.

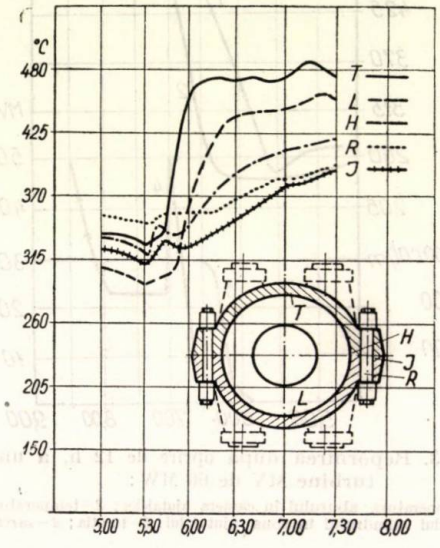


Fig. 4. Temperatura metalului cilindrului de înaltă presiune la repornire după o oprire de 6 h.

4. Vitezele de încălzire şi de încărcare sînt redate în fig. 3. Diferenţele de temperatură între diferitele părţi sînt arătate în fig. 4.

5. La deschiderea turbinei după o funcţionare de doi ani, în care pornirea s-a făcut frecvent conform fig. 3 şi 4, s-a constatat că interiorul turbinei se găsea în foarte bună stare, fără nici un fel de deformaţii, atingeri sau alte efecte.

Trebuie de remarcat însă că, deşi viteza de creştere a temperaturii aburului este de 270°C/h aşa cum rezultă din fig. 3, viteza de creştere a temperaturii metalului în zona ajutajelor în perioada de creştere a sarcinii este de 110°C/14 min = 476°C/h.

V. Concluzii şi recomandări

Din cele de mai sus se pot trage următoarele concluzii şi recomandări asupra aplicării noii tehnici de pornire accelerată :

1. Pornirea aproape simultană a cazanului şi a turbinei, deci cu debitarea de abur de la început din cazan direct în turbină, nu comportă riscuri pentru cazan şi conductă, ci dimpotrivă uşurează condiţiile de lucru ale acestora.

2. Solicitările maxime la turbină nu depăşesc pe cele admisibile prin instrucţiuni sau stabilite prin metoda obişnuită de pornire.

3. Ca şi la pornirea obişnuită, solicitările maxime la turbine apar la începerea încărcării turbinei şi, deci, acestei faze trebuie acordată atenţie specială.

4. Cu ritmul de creştere a temperaturii aburului la intrarea în turbină de circa 270°C/h = 4,5 °C/min, care după construcţia turbinei poate să conducă la o viteză de încălzire a metalului de ordinul 300°C/h — 450°C/h, solicitarea metalului poate să atingă 35 — 55% din cea maximă admisibilă.

5. Deşi construcţiile de turbine şi de cazane sînt destul de asemănătoare, şi deci, şi comportarea lor la încălzire ar trebui să fie asemănătoare, totuşi în cazul cînd se doreşte aplicarea metodei noi la instalaţii la care nu se dispune de elemente de orientare trebuie procedat în felul următor.

a) Cu instrumente de măsură de nădejde se stabilesc temperaturile şi dilatările relative ce au loc la pornirea obişnuită.

b) Se face o încercare de pornire simultană cazan-turbină, menţinînd cifrele de control stabilite la încercarea precedentă, în plus se urmăreşte comportarea labirinţilor, starea vibraţiilor etc.

Vitezele de încălzire la astfel de încercări nu vor depăşi în nici un caz următoarele valori :

— creşterea presiunii la cazan, corespunzător creşterii temperaturii aburului saturat : 80 — — 90°C/h ;

— creşterea temperaturii aburului la intrarea în turbină cu 270°C/h.

Bibliografie

[1] Troianvoski M. B. : *Cîteva probleme de proiectare şi de exploatare a turbinelor cu abur.*
[2] * * * : *Comunicare informativă* nr. T — 4/57. *Pornirea simultană în bloc : cazan-turbine.* Ministerul Centralelor Electrice.
[3] * * * : *Termoenergetica,* nr. **10**/1957.
[4] * * * : *Metropolitan-Vickers* XXV 1954, nr. 423 şi 1956 octombrie, nr. 435.

621.311.21(497.2)

Construcţii hidroenergetice în Republica Populară Bulgaria

ANDREI FILOTTI*) — Bucureşti

Se prezintă situaţia energetică a Bulgariei arătîndu-se realizările din ultimii ani. Se dau descrierile şi caracteristicile principalelor amenajări hidrotehnice construite.

Aşezată în condiţii geografice şi economice similare cu ale ţării noastre, Republica Populară Bulgaria a început o industrializare intensă a ţării abia după cel de-al doilea război mondial. În acelaşi timp s-au depus eforturi mari pentru a menţine producţia de energie electrică la nivelul nevoilor crescînde ale industriei. Aceste eforturi s-au concretizat prin construcţia a numeroase centrale termo şi hidroelectrice, extinderea celor existente, cum şi prin crearea de sisteme energetice prin interconectarea centralelor cu linii de înaltă tensiune, ceea ce a permis o utilizare mai raţională a resurselor energetice ale Bulgariei. Din punct de vedere al resurselor termoenergetice, Bulgaria nu dispune de combustibili superiori, spre deosebire de R.P.R. care, în privinţa producţiei de gaze naturale, ocupă locul al treilea din lume, cu 6 307 milioane m³ în 1955, şi locul al 11-lea din lume la producţia de petrol brut, cu 10 555 mii tone în 1955. Aceasta explică faptul că, în timp ce în Romînia se pune accentul pe ridicarea producţiei tuturor combustibililor (din 1938 pînă în 1955 de 3,11 ori la gaze naturale, de 1,6 ori la petrol brut şi de 2,16 ori la cărbune) în Bulgaria se depune permanent maximum de efort pentru mărirea producţiei de cărbune, care, în acest interval, a crescut de 4,11 ori. Astfel, deşi în 1938, Bulgaria era în urma Romîniei la producţia de cărbune (2 088 mii tone faţă de 2 826 mii tone), în 1955 producţia bulgară depăşea pe cea a ţării noastre cu peste 25% (8 600 mii tone faţă de 6 104mii tone).

Din punct de vedere al resurselor hidroenergetice, Bulgaria are o situaţie mai puţin avantajoasă decît ţara noastră. Deşi precipitaţia medie anuală de 662 mm — repartizată 26% primăvara, 27% vara, 23% toamna şi 24% iarna — este sensibil apropiată de cea a ţării noastre, rîurile au, în general, debite mai mici, din cauza bazinelor de recepţie mult mai reduse. Cu excepţia Dunării, Mariţa, cel mai mare rîu al Bulgariei, nu are decît 437 km lungime, în timp ce rîurile mari din Romînia depăşesc cu mult această lungime : Mureşul 769 km*), Oltul 706 km, Prutul 707 km*), Siretul 556 km*) etc.

Volumul de apă anual al rîurilor Bulgariei reprezintă 20 miliarde m³, din care rîului Mariţa îi revin 3 md m³, rîului Struma 2,2 md m³, rîului Arda 2 md m³ şi rîului Isker 1,6 md m³.

Fig. 1. Amplasarea hidrocentrelor în construcţie din Bulgaria.

Studii asupra potenţialului hidroenergetic bulgar au fost făcute şi în trecut. Astfel, în 1920, ing. I. Mavrov a evaluat acest potenţial la 2 300 000 CP. În 1940, prof. ing. T. Radoslavov a calculat energia cu 100% asigurare la $3{,}7 \cdot 10^9$ kWh/an. În 1943, ing. I. Mavrov a evaluat energia care poate fi produsă în mod economic la $7 \cdot 10^9$ kWh/an. Studii mai recente, efectuate de către Ministerul Electrificării şi Energohidroproiect, au arătat că producţia anuală de energie hidroelectrică poate atinge 10 md. kWh, cu o putere totală instalată de 3 milioane kW. Studiile au arătat că cea mai mare importanţă hidroenergetică o prezintă cascadele care pot fi amenajate în bazinul rîului Mariţa, şi anume : Sestrim, Dospat-Devin-Kricim şi Batak, dintre care ultima a şi fost realizată. Energia realizabilă pe rîul Arda este de ordinul a 1 300 milioane kWh/an. Pe acest rîu au fost realizate pînă în prezent uzinele „Studen Kladeneţ" şi „Kîrd-

*) Inginer cercetător şef, al laboratorului de hidraulica construcţiilor din cadrul Institutului de Studii şi Cercetări Hidrotehnice al C.S.A.

*) Lungimea pe teritoriul R.P.R.

jali". În sfîrşit, pe rîul Struma pot fi produse 2,5—3 md kWh/an.

Producţia de energie electrică a Bulgariei înainte de cel de-al doilea război mondial era foarte redusă, totalizînd în 1938 abia 232 milioane kWh, adică 44,6 kWh/loc, faţă de 1 130 milioane kWh şi respectiv 71,6 kWh/loc, cît s-a produs în Romînia. În 1948, producţia de energie electrică a Bulgariei se dublase, atingînd 560 mil. kWh, respectiv 76,9 kWh/loc, iar în 1955 a ajuns

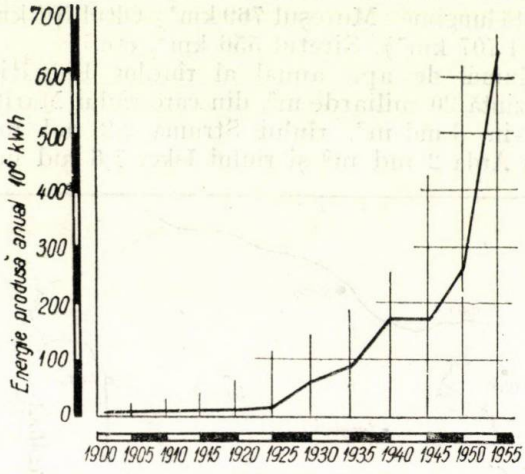


Fig. 2. Creşterea energiei hidroelectrice produse în Bulgaria.

la 2 100 mil. kWh, adică 277 kWh/loc. Considerînd acelaşi interval în Romînia, se constată că, pînă în 1948, creşterea procentuală a fost mai mică, nivelul atins în 1948 fiind de 1 500 milioane kWh cu 95,0 kWh/loc. În 1955, producţia noastră de energie aproape s-a triplat, ajungînd la 4 340 mil. kWh, însă energia specifică pe cap de locuitor a rămas puţin în urma Bulgariei, atingînd 248 kWh/loc.

Considerînd raportul dintre producţia de energie hidroelectrică şi producţia totală de energie electrică, se constată că în Romînia procentul de energie hidroelectrică a scăzut, de la 13,1 % în 1938, la 5,8% în 1956, deşi în valoare absolută producţia anuală de energie hidroelectrică a crescut cu peste 100 mil.kWh în acelaşi interval. În Bulgaria s-a acordat o importanţă mai mare producţiei de energie hidroelectrică, acelaşi procent reprezentînd 62% în 1940 şi 33,19% în 1955. Acest lucru se datoreşte probabil faptului că vecinii noştri, afară de cărbuni, nu dispun de resurse termoenergetice prea importante, cum şi faptului că, din calculele economice efectuate, au reieşit — în unele cazuri — foarte avantajoase amenajări de uzine hidroelectrice. Astfel, în afara preţului de cost al energiei hidroelectrice, mult mai redus în raport cu cel al energiei termoelectrice, apar şi investiţii specifice de acelaşi ordin de mărime. Din estimaţiile de cost efectuate, pentru 20 de uzine în 31 de variante, luate în considerare pentru execuţie pînă în anul 1970, a rezultat preţul kilowattului instalat de 3 000—11 000 leva la UHE şi 3 700—5 000 leva la CTE. Din aceleaşi calcule, a reieşit preţul de cost al kilowattorei 5—13 stat pentru UHE şi 10—18 stat pentru CTE.

Planul de electrificare al R.P. Bulgaria prevede creşterea producţiei de energie electrică la 3,42 md kWh în 1960, 7 md kWh în 1965 şi 12 md kWh în 1970. Puterea de vîrf va atinge 1 500 MW în 1965 şi 2 500 MW în 1970. Din calculele economice efectuate, a reieşit o repartiţie optimă de 26% energie hidroelectrică şi 74% energie termoelectrică. În ce priveşte repartiţia puterii instalate, se prevede ca în 1970 să fie instalată în CTE o putere de 1 200 MW, adică 48%, restul fiind putere în UHE.

Ca şi în ţara noastră, primele instalaţii de producere a energiei electrice au fost centralele termoelectrice locale, de mică putere. Centrale mari s-au executat abia în ultima perioadă. În prezent, sînt în construcţie sau în finisaj, în special, centrale mari, dintre care merită a fi amintite : centrala Mariţa-Est de 300 MW, centrala Stalin de 100 MW, centrala Mariţa III de 50 MW şi centrala Republica de 50 MW.

În privinţa energiei hidroelectrice se poate considera drept început al utilizării ei moderne anul 1900, cînd s-a pus în funcţiune prima UHE bulgară (uzina Pancerev). O caracteristică a amenajărilor bulgare mai recente este construcţia, în special, a unor hidrocentre complete, adică amenajarea integrală a rîurilor. Astfel, pe cînd la noi în ţară UHE în cascadă sînt mai rar întîlnite (de exemplu rîul Ialomiţa, Sadu) şi — chiar în aceste cazuri — lucrările executate nu epuizează resursele economic amenajabile ale rîului, în Bulgaria se construiesc, în special, uzine în cascadă. Acest sistem aduce în mod evident avantaje economice, atît prin faptul că investiţia în lucrările de regularizare a debitului prin acumulări se repartizează la o producţie de energie mult mărită, cît şi prin reducerea cheltuielilor de organizare a şantierului, care sînt — în mare parte — cheltuieli comune.

Dintre amenajările bulgare din ultimul timp, merită să fie amintite uzina Beli-Iskîr, hidrocentrul Stalin, hidrocentrul Petrohan şi hidrocentrul Batok, a căror descriere sumară este redată mai jos.

* * *

Uzina „Beli-Iskîr" face parte din hidrocentrul Iskerului superior, reprezentînd prima etapă din planul de amenajare a acestui hidrocentru ; mai este prevăzută construcţia uzinelor „Mala Tîrkva" [$H = 306$ m ; $Q_i = 3{,}4$ m³/s ; $P_i = 8{,}1$ MW] şi „Simeonovo" [$H = 482$ m ; $Q_i = 2{,}5$ m³/s ; $P_i = 6{,}6$ MW].

Uzina „Beli Iskîr" este concepută ca o uzină de vîrf a sistemului energetic Sofia. Ea prelucrează apa rîului sub o cădere brută de 369,69 m, cota de restituţie fiind cota de intrare a apei în tunelul de 20 km lungime pentru alimentarea cu apă a oraşului Sofia. Afară de rîul „Beli Iskîr", al cărui bazin de recepţie este de 28,2 km², la amplasamentul barajului, se mai utilizează

şi apa unor afluenţi secundari, totalizînd o suprafaţă de recepţie de circa 15 km² (fig. 3; fig. 4).

Barajul uzinei fusese construit în 1939—1945 pentru alimentarea cu apă a oraşului Sofia, cu circa 7 km amonte de captarea amintită. El este un baraj de greutate de 50 m înălţime şi

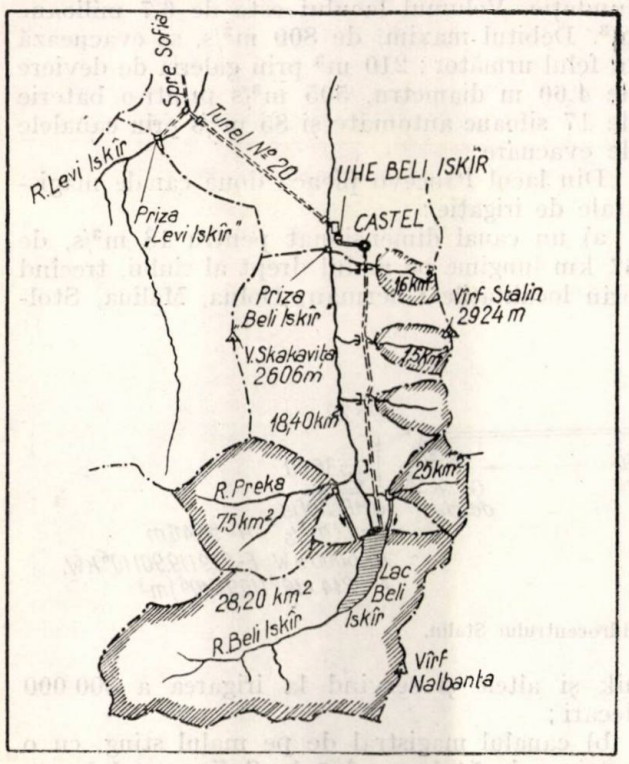


Fig. 3. Planul de situaţie al uzinei hidroelectrice Beli Iskîr.

acumulează un volum de 15 300 000 m³, ceea ce reprezintă puţin mai mult de jumătate din stocul anului mediu.

De la baraj, începe galeria de aducţiune de 6 547 m lungime, cu o pantă de 2‰. Presiunea interioară variază de la 4,4 at la baraj la 5,7 at la castel. Aducţiunea traversează roci solide, cu un coeficient k Protodiakonov de 10—15. Diametrul interior al galeriei este de 2,00 m. S-a adoptat o cămăşuială de 20 cm grosime B 110, acoperită cu un strat de torcret de 3,00 cm. Pe 3 053 m aducţiunea este nebetonată, roca — excavată la 2,25 m diametru — fiind acoperită numai cu un strat de torcret de 3 cm grosime. Aducţiunea a fost executată de la patru ferestre de atac de 63—125 m lungime, care împărţeau galeria principală în cinci tronsoane, de lungimi cuprinse între 531 şi 1 697 m.

Castelul, de tip diferenţial, are un puţ vertical de 60 m lungime şi un diametru de 2,20 m. Camera inferioară de 30 m lungime are diametrul variabil între 2,5 şi 1,6 m.

După castel urmează o galerie forţată de 74 m lungime şi 2,00 m diametru. La capătul ei, este construită casa vanelor, în care sînt montate două vane fluture, dintre care una funcţionează automat în cazul creşterii vitezei în conductă cu 30% peste viteza maximă normală, iar a doua serveşte pentru revizie şi control.

Conducta forţată, de 654m lungime, are un diametru de 1,4—1,2 m. În partea din amonte, panta ei este de 40—53°, iar în partea din aval, 30°. Conducta este aşezată pe suprafaţa terenului şi acoperită cu pămînt de 1 m grosime. Pe parcurs, conducta traversează 11 masive de ancoraj, dintre care primele şapte sînt fundate pe granit, iar cele patru din aval, pe conglomerate.

Centrala este aşezată la 100 m distanţă de priza pentru alimentare cu apă a oraşului Sofia. În sala maşinilor de 12,7 × 35,5 m², sînt instalate două grupuri cu o putere totală de 16 MW. Turbinele de tip Pelton sînt prevăzute cu două rotoare, fiecare cu cîte două injectoare. Generatoarele cu ax orizontal sînt cuplate direct cu turbinele şi au o turaţie de 500 rot/min, debitînd 20 000 kVA sub cos $\varphi = 0{,}8$.

Pe parcurs sînt introduşi în acţiune trei afluenţi secundari ai rîului. Alţi doi afluenţi sînt deviaţi în lacul de acumulare. Pe fiecare dintre aceştia, s-au construit prize tiroleze pe firul apei.

Volumul de lucrări al uzinei (fără baraj) a cuprins 48 000 m³ excavaţii în tunel, 105 000 m³ excavaţii la suprafaţă, 22 000 m³ beton în tunel, 36 000 m³ beton la suprafaţă, 67 000 m² torcret de 3 cm grosime şi 42 000 m² cofraje.

Costul total al lucrărilor a fost de 82,415 milioane leva, din care 55,616 (67,5%) pentru construcţiile hidrotehnice, 18,054 (22%) pentru echipament electromecanic şi lucrări de montaj şi 8,745 (10,5%) pentru linia de înaltă tensiune.

Hidrocentrul „Stalin" cuprinde complexul lucrărilor hidrotehnice de pe rîul Isker, cuprinse între oraşul Samokov şi comuna Kurilo.

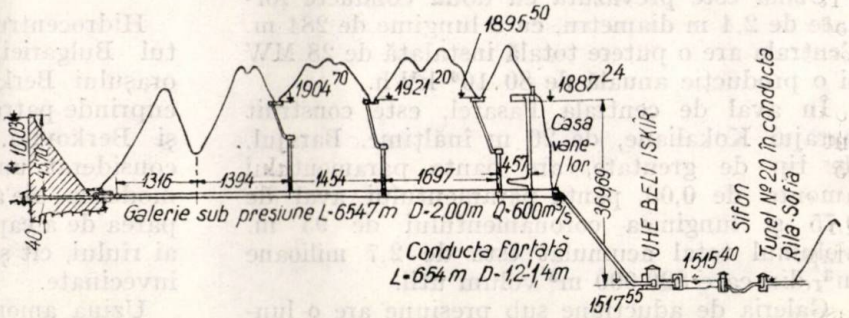


Fig. 4. Profilul în lung al uzinei hidroelectrice Beli Iskîr.

Hidrocentrul produce $170 \cdot 10^6$ kWh anual, pentru a satisface deficitul de energie din regiunea Sofia (fig. 5).

Prima uzină a hidrocentrului este uzina Pasarel. Barajul Stalin al uzinei este de tip de greutate şi are o înălţime de 74 m deasupra cotei de

fundaţie. Lungimea coronamentului are 204 m. Panta paramentului amonte este de 0,05, iar cea a paramentului aval de 0,75. Barajul a fost construit în 18 ploturi de 11—14 m lăţime. Volumul total al lacului la cota retenţiei normale este de 615 milioane m³.

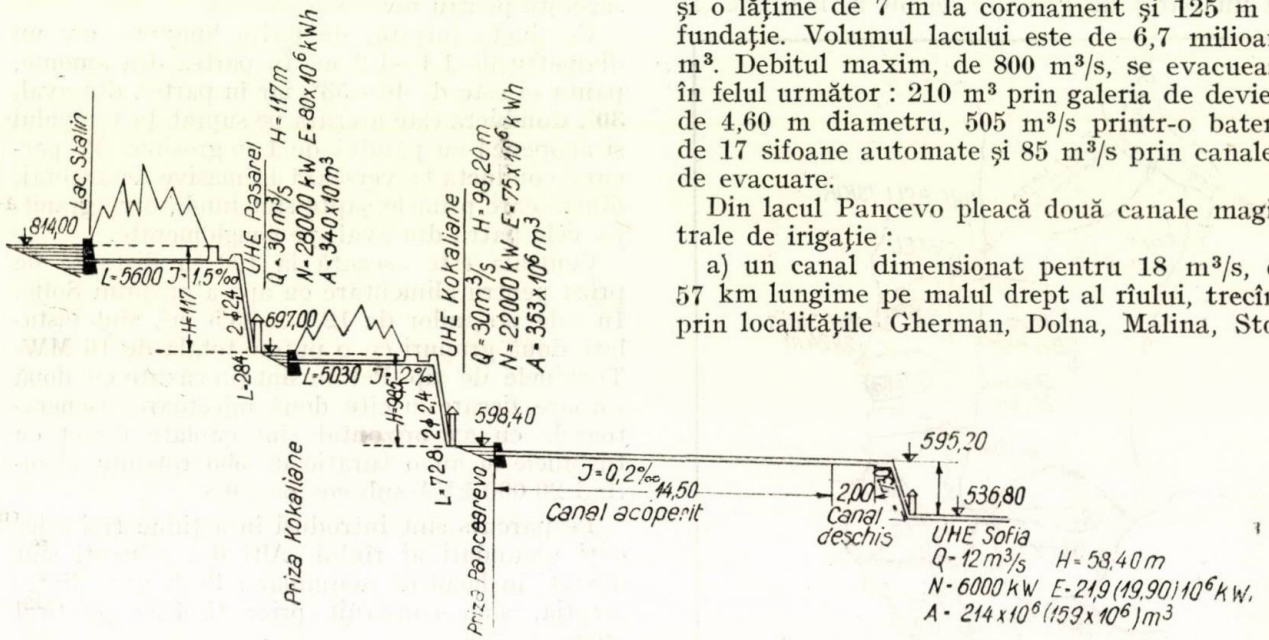


Fig. 5. Profilul în lung al hidrocentrului Stalin.

Galeria de aducţiune lucrează sub o presiune de 7 at şi are un diametru de 3,80 m, cu o pantă de 1,3%, fiind calculată pentru un debit de 33 m³/s. Lungimea ei pînă la castel este de 5 515 m. Ea este căptuşită cu un strat de beton vibrat de 0,52—0,97 m grosime şi cu un strat de torcret cu grosimea minimă de 8 cm.

La capătul aval al aducţiunii, este instalat castelul de echilibru, de 67,75 m înălţime. La castelul de echilibru s-a prevăzut posibilitatea preluării unei părţi din apa acumulată, pentru o eventuală alimentare cu apă a oraşului Sofia.

Uzina este prevăzută cu două conducte forţate de 2,4 m diametru, cu o lungime de 284 m. Centrala are o putere totală instalată de 28 MW şi o producţie anuală de 80.10^6 kWh.

În aval de centrala Pasarel, este construit barajul Kokaliane, de 26 m înălţime. Barajul, de tip de greutate, are panta paramentului amonte de 0,03, panta paramentului aval de 0,75 şi lungimea coronamentului de 93 m. Volumul total acumulat este de 2,7 milioane m³, din care 820 000 m³ volum util.

Galeria de aducţiune sub presiune are o lungime de 5 030 m şi un diametru de 3,80 m, cu o pantă de 2%. Debitul instalat este de 30 m³/s. Presiunea interioară a galeriei fiind de 2 at, grosimea cămăşuielii de beton a rezultat de 40—70 cm.

După cele două conducte forţate de 2,4 m diametru şi 728 m lungime, este construită clădirea centralei, în care sînt instalate două turbine Francis cu ax vertical, cu o putere unitară de 11 MW.

După ieşirea din canalul de fugă al centralei Kokaliane, este construit barajul Pancevo. Acesta este de tip de pămînt cu miez de argilă. De 23 m înălţime, barajul are o lungime de 307 m şi o lăţime de 7 m la coronament şi 125 m la fundaţie. Volumul lacului este de 6,7 milioane m³. Debitul maxim, de 800 m³/s, se evacuează în felul următor : 210 m³ prin galeria de deviere de 4,60 m diametru, 505 m³/s printr-o baterie de 17 sifoane automate şi 85 m³/s prin canalele de evacuare.

Din lacul Pancevo pleacă două canale magistrale de irigaţie :

a) un canal dimensionat pentru 18 m³/s, de 57 km lungime pe malul drept al rîului, trecînd prin localităţile Gherman, Dolna, Malina, Stolnik şi altele şi servind la irigarea a 300 000 decari ;

b) canalul magistral de pe malul stîng, cu o lungime de 54 km ; pînă la Sofia, canalul este dimensionat pentru 18 m³/s ; viteza maximă în canal este de 1,27 m/s, iar viteza minimă de 0,28 m/s. Pe canal, la o distanţă de 14,5 km de la lacul Pancevo, este instalată uzina Sofia, cu o putere instalată de 6 MW şi o producţie anuală de $21,9.10^6$ kWh. Suprafaţa irigată atinge 140 000 decari.

* * *

Hidrocentrul Petrohan este aşezat în nord-vestul Bulgariei, pe rîul Bîrziia, în apropierea oraşului Berkoviţa (fig. 6 şi 7). Hidrocentrul cuprinde patru uzine : Petrohan, Bîrziia, Klisura şi Berkoviţa. Planul de amenajare poate fi considerat un exemplu de aplicare a teoriilor moderne ale amenajării integrale, prin preocuparea de a capta totalitatea afluenţilor secundari ai rîului, cît şi prin devierea apelor din bazinele învecinate.

Uzina amonte utilizează numai apele rîurilor din bazinele învecinate. Canalul Srebîrna, de pe malul stîng, are o lungime totală de 24 km, din care 2,3 km în tunel, diametrul fiind de 30—100 cm. Canalul Iskreţki de pe malul drept are o lungime de 18 km, din care 1,64 km în tunel ; diametrul variază între 40 şi 90 cm. Prizele pe firul apei (peste 40 m tot hidrocentrul) sînt toate de acelaşi tip, reprezentînd o variantă

a prizelor tiroleze, denumită „tip Petrohan". Prizele sînt traversate de conducta de aducțiune. Apa deversează peste un sistem de grătar de fund și trece apoi peste conducta deschisă la partea superioară. În cazul cînd debitul este mai mare

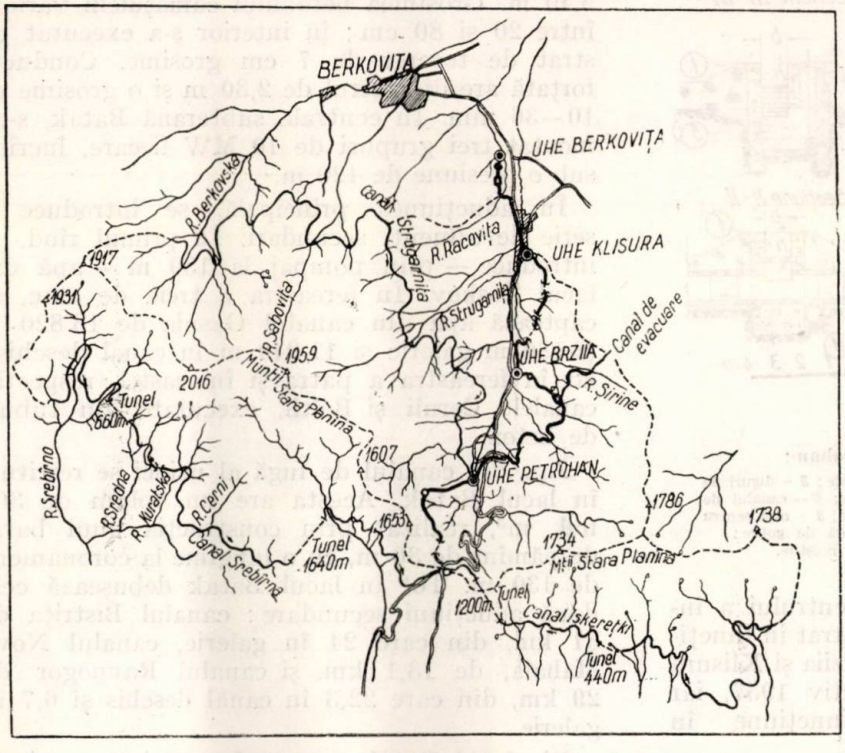


Fig. 6. Planul de situație al hidrocentrului Petrohan.

decît capacitatea de transport a conductei, surplusul de apă deversează în rîu (fig. 8).

Priza de apă a aducțiunii principale, spre care converg cele două canale secundare, este

fiind urmată de conducta forțată de 1 360 m lungime și 90—70 cm diametru. Centrala prelucrează debitul instalat de 1,9 m³/s sub o cădere de 530 m. Puterea totală instalată este de 7 800 kW, iar producția medie anuală de energie, 30,9 milioane kWh.

Treapta următoare a hidrocentrului colectează apele afluenților de pe malul stîng al rîului pînă la rîul Berkovska, prin canalul Strugarnița, de 29 km lungime și cu un diametru de 30—100 cm. Ca și celelalte canale, acesta este executat din tuburi de beton prefabricate, așezate pe un pat de beton de 10 cm grosime și acoperite cu un strat de pămînt de 80 cm. Înainte de camera de punere sub presiune a uzinei, intră în aducțiune, care captează cîțiva afluenți de pe malul drept. Conducta forțată a uzinei are o lungime de 630 m și un diametru de 120—90 cm. Centrala prelucrează 3,80 m³/s sub o cădere de 254 m, avînd puterea instalată de 7 MW și o producție anuală de 34,1 milioane kWh.

A treia uzină din hidrocentru utilizează apele captate de aducțiunile uzinelor din amonte, plus diferența de debit a rîului pînă la captare și pîraiele traversate de canalul de aducțiune. Centrala Klisura prelucrează 4,0 m³/s sub o cădere de 139 m și are o putere instalată de 3 450 kW, cu o producție anuală de 16,6 milioane kWh.

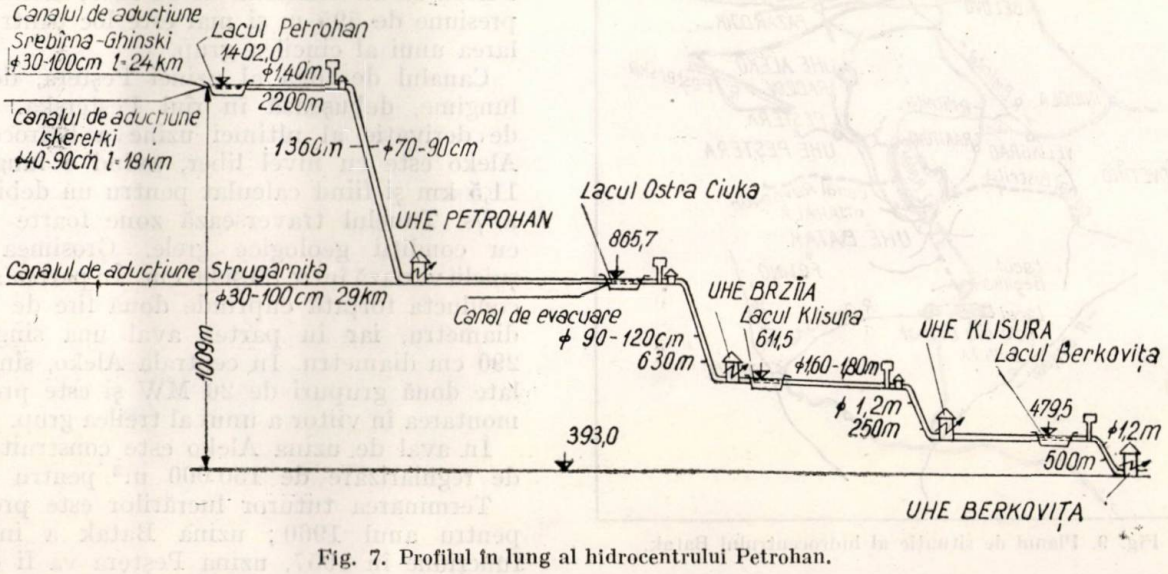


Fig. 7. Profilul în lung al hidrocentrului Petrohan.

așezată pe cumpăna apelor dintre cele două bazine, la cota 1 402. Aducțiunea principală are o lungime de 2,2 km și un diametru de 1,4 m,

În sfîrșit, ultima uzină a hidrocentrului, așezată imediat în aval de uzina Klisura, utilizează apele prelucrate de aceasta. Debitul instalat

al acestei uzine este tot de 4,0 m³/s, iar căderea brută, 86 m. Cu o putere instalată de 2 560 kW, uzina Berkoviţa produce anual 12,55 milioane kWh.

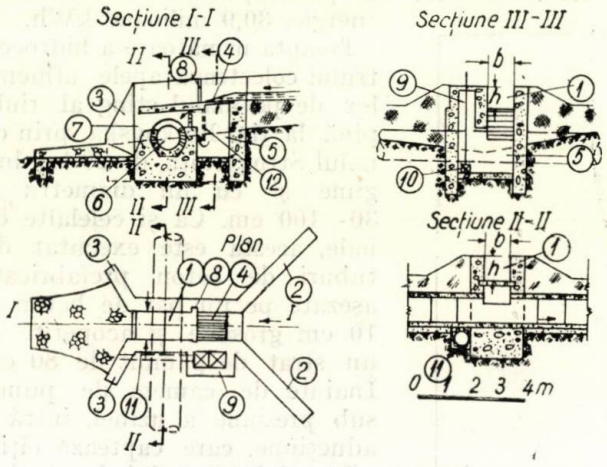


Fig. 8. Priză de apă tip Petrohan :
1 — canal de scurgere ; *2* — diguri de dirijare amonte ; *3* — diguri de dirijare aval ; *4* — grătar ; *5* — cameră de admisie ; *6* — canalul de captare a apei ; *7* — evacuatorul surplusului de debit ; *8* — nişă pentru batardouri ; *9* — cămine de vizitare ; *10* — vană de golire ; *11* — conducta de golire ; *12* — ecran de liniştire.

Construcţia amenajărilor hidrocentrului a început în 1947. Uzina Petrohan a intrat în funcţiune în 1953 ; construcţia uzinei Bîrziia şi Klisura a fost terminată în 1956, respectiv 1957, iar uzina Berkoviţa va fi pusă în funcţiune în 1959.

* * *

Hidrocentrul Batak utilizează debitul rîului Peştera, un afluent al rîului Mariţa. Complexul

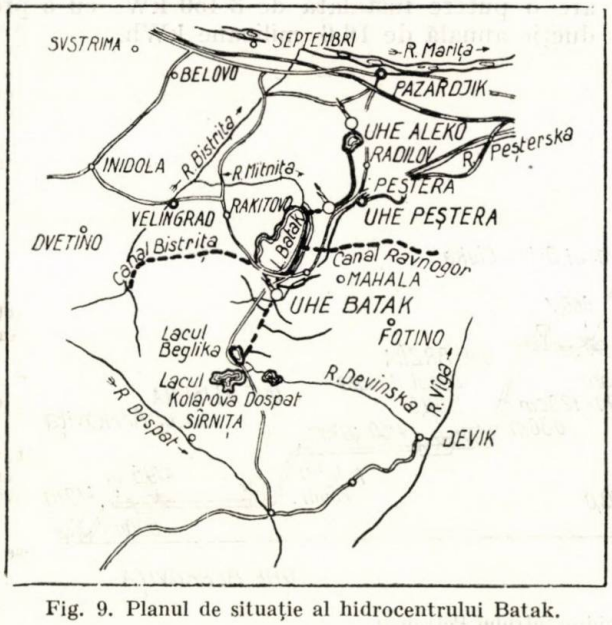


Fig. 9. Planul de situaţie al hidrocentrului Batak.

cuprinde trei uzine hidroelectrice : uzina Batak, uzina Peştera şi uzina Aleko (fig. 9).

Barajul primei uzine este de anrocamente cu mască de beton armat şi are înălţimea de 47 m şi lungimea la coronament de 200 m. Lacul V. Kolarov, creat de acest baraj, cu un volum de 65 mil. m³, a fost dat în funcţiune în 1953.

Galeria de aducţiune principală pleacă din apropierea barajului ; diametrul galeriei este de 2,40 m. Grosimea betonului cămăşuielii variază între 20 şi 80 cm ; în interior s-a executat un strat de torcret de 7 cm grosime. Conducta forţată are diametrul de 2,30 m şi o grosime de 10—36 mm. În centrala subterană Batak, s-au montat trei grupuri de 10 MW fiecare, lucrînd sub o presiune de 420 m.

În aducţiunea principală, se introduce o serie de afluenţi secundari. În primul rînd, se introduce — prin pompaj la 130 m — apă din lacul Toşkov. În fereastra a treia de atac, se captează apa din canalul Gasnia de 13 820 m (2 580 m galerie şi 11 240 m în canal deschis), iar în fereastra a patra şi în castel, respectiv canalele Cernîi şi Beltîi, executate din tuburi de beton.

Apa din canalul de fugă al uzinei se restituie în lacul Batak. Acesta are un volum de 300 mil. m³, realizat prin construcţia unui baraj de pămînt de 30 m, cu o lungime la coronament de 130 m. Tot în lacul Batak debuşează cele două aducţiuni secundare : canalul Bistriţa de 31 km, din care 24 în galerie, canalul Nova Mahala, de 13,1 km, şi canalul Ravnogor de 29 km, din care 22,3 în canal deschis şi 6,7 în galerie.

Din lacul Batak apa se duce printr-o galerie de 3 km şi 2,8 m diametru, calculată pentru un debit de 26 m³/s, pînă la a doua uzină a hidrocentrului Peştera. Conducta forţată metalică are un diametru de 2,7—2,2 m. În sala subterană a maşinilor, sînt instalate patru grupuri Pelton cu ax orizontal de 24 MW, lucrînd sub o presiune de 595 m şi mai este loc pentru instalarea unui al cincilea grup.

Canalul de fugă al uzinei Peştera, de 2 km lungime, debuşează în rîul Peşterska. Canalul de derivaţie al ultimei uzine a hidrocentrului Aleko este cu nivel liber, avînd o lungime de 11,5 km şi fiind calculat pentru un debit de 26 m³/s. Tunelul traversează zone foarte variate, cu condiţii geologice grele. Grosimea cămăşuielii variază între 30 şi 90 cm. În partea amonte, conducta forţată cuprinde două fire de 220 cm diametru, iar în partea aval una singură de 290 cm diametru. În centrala Aleko, sînt instalate două grupuri de 20 MW şi este prevăzută montarea în viitor a unui al treilea grup.

În aval de uzina Aleko este construit un lac de regularizare de 150 000 m³ pentru irigaţii.

Terminarea tuturor lucrărilor este prevăzută pentru anul 1960 ; uzina Batak a intrat în funcţiune în 1957, uzina Peştera va fi dată în exploatare în 1958, uzina Aleko în 1959, iar captările secundare în 1960.

Dintre celelalte lucrări în construcţie, merită să fie amintit hidrocentrul Studen Kladeneţ pe

rîul Arda, în apropiere de oraşul Kîrdjali şi barajul Studen Kladeneţ, de tip de greutate de 68 m înălţime, şi o uzină la piciorul barajului.

Analizînd ansamblul lucrărilor executate, se constată că, în general, se caută să se îmbine folosinţele energetice cu folosinţele agricole, cele două utilizări mai importante ale apelor din Bulgaria. Schemele sînt moderne, căutîndu-se a se utiliza întregul debit disponibil. Aducţiunile secundare iau o amploare foarte mare, atingînd cifre de 80 km pe hidrocentru.

În sfîrşit, trebuie amintită o caracteristică a amenajărilor bulgare, şi anume aceea de a efectua construcţia tuturor uzinelor unui hidrocentru înainte de a considera lucrările încheiate. Aceasta prezintă avantajul de a reduce cheltuielile de organizare a şantierului şi de a permite o echilibrare a forţelor de muncă pe ansamblul lucrărilor.

Bibliografie

Mihailov D.: *Vodnoto stopanstvo na Bilgariia* — Hidrotehnika i Melioraţii, 1956, vol. I, nr. 1, pag. 3—6.

Stoilov S.: *Hidrovîzel „Stalin"* — Hidrotehnika i Melioraţii, 1956, vol. I, nr. 2, pag. 33—38.

Atanasov T.: *Kaskada „Petrohan"*, Hidrotehnika i Melioraţii, 1956, vol. I, nr. 5—6, pag. 129—134.

Pasev A.: *Batakskii Kaskad*, Ghidrotehnika i Melioraţiia, 1957, vol. 9, nr. 2, pag. 48—52.

Pancev H.: *Vodnoelektriceskata Ţentrala „Beli Iskîr"*, Hidrotehnika i Melioraţii, 1957, vol. 2, nr. 3, pag. 65—70.

Novakov I.: *Organizaţiia na stroitelnata ploşceadka na iazovir „Studen Kladeneţ"*, Hidrotehnika i Melioraţii, 1957, vol. 2, nr. 3, pag. 71—76.

Aleksiev V., Benatova S., Bliskov G., Katarov P., Kiradjiev I., Mihailov D., Avcearov H., Trifonov M., Tenova A., Silegov V.: *Po viprosa za perspektivnoto razvitie na elektroenerghetikate v Bilgaria*, Elektroenerghiia, 1957, An 8 nr. 6, pag. 1—10.

621.311.13(063)

DIN ACTIVITATEA A S. I. T.

Consfătuirea A.S.I.T. cu tema: „Asigurarea consumului de energie electrică cu parametri normali"

GEORGE PANAITESCU *) Bucureşti

În scopul punerii în aplicare a unor recomandări rezultate din dezbaterile Conferinţei Electricienilor din R.P.R., Secţia Energetică-Electrotehnică din Filiala A.S.I.T. — Bucureşti, în colaborare cu cercurile A.S.I.T. din întreprinderile Energotrust 1 şi I.D.E.B., a organizat în ziua de 6 decembrie 1957 o consfătuire A.S.I.T. cu tema: *„Asigurarea consumului de energie electrică la parametri normali"*.

La consfătuire au participat 90 de energeticieni şefi, energeticieni şi electricieni de la întreprinderi industriale, institute, departamente etc. din Capitală.

Tov. ing. Ana Bensimon din cercul A.S.I.T. al întreprinderii „Energotrust 1" (producătoare de energie electrică), în referatul prezentat a arătat situaţia tensiunii din oraşul Bucureşti, legată de nivelul general al tensiunilor din sistemul electroenergetic. D-sa a examinat în amănunt mijloacele de reglare a tensiunii utilizate în centralele şi în staţiile de transformare aparţinînd ET 1, subliniind cu tărie lipsa de putere reactivă în sistem, care constituie una dintre cauzele ce concură la scăderea tensiunii. În concluzie, tov. Bensimon a relevat faptul că liniile noi de interconexiune de 110 kV, în curs de construcţie, vor soluţiona, parţial, problema tensiunii scăzute din Capitală, ceea ce însă nu este suficient. Un efect simţitor se va putea obţine numai prin compensarea puterii reactive şi prin aplatizarea curbei de sarcină la întreprinderile industriale consumatoare de energie electrică.

Din partea cercului A.S.I.T. al întreprinderii I.D.E.B., în calitate de distribuitoare, tov. ing. Dumitra Lazăr a prezentat un referat documentat, ilustrat cu proiecţii, în care a tratat problema asigurării alimentării consumatorilor industriali din Bucureşti cu energie electrică la tensiunea normală şi cu variaţii cît mai apropiate de tensiunea nominală. A prezentat apoi valorile tensiunii la diverse trepte de alimentare pînă la ultimul consumator, cauzele tensiunii scăzute în reţeaua de distribuţie de înaltă şi de joasă tensiune (strangulări prin secţiuni mici, depăşirea capacităţii de transport a reţelei etc.), măsurile luate de I.D.E.B., cum şi cele ce se impun pentru întreprinderea producătoare şi pentru marii consumatori industriali.

Din partea cercurilor A.S.I.T. din importantele întreprinderi industriale, al căror specific de producţie impune asigurarea permanentă a consumului de energie electrică cu parametri normali, au prezentat referate: tov. ing. Mihai Pavel, energetic la Filatura Română de Bumbac, tov. ing. Dumitru Butuc, energetic-şef la uzinele „Republica", tov. ing. G. Theil, energetic-şef la Combinatul Poligrafic „Casa Scînteii" şi inginer Mihai Arhip, energetic-şef la Centrul de Producţie Cinematografică.

Referentul de la F.R.B. a arătat că scăderea tensiunii şi a frecvenţei nu a provocat neplăceri prea mari întreprinderii, întrucît consumatorii mai pretenţioşi au fost conectaţi la reţeaua uzinei proprii.

Mai neplăcute şi dăunătoare procesului de producţie se situează întreruperile cauzate de arderea siguranţelor lamelare de zinc la posturile de transformare, cît şi cele neanunţate în timp util de I.D.E.B., deoarece o singură oră de oprire înseamnă pierderea unei cantităţi de producţie în valoare de cîteva mii de lei.

Tov. ing. Dumitru Butuc, în referatul prezentat, a scos în evidenţă faptul că tensiunea de alimentare cu energie electrică a uzinelor „Republica" are variaţii de ± 15% din tensiunea nominală.

Efectele acestei situaţii se reflectă asupra proceselor de producţie, prin micşorarea productivităţii utilajelor şi prin scoaterea acestora din funcţiune pe un timp mai lung sau mai scurt, cum şi asupra iluminatului din halele de producţie, unde se ard numeroase becuri. Printr-o serie de exemple concrete, referentul a ilustrat — prin numeroase grafice — observaţiile făcute în anul 1957 şi măsurile ce s-au luat de către întreprindere şi I.D.E.B., pentru îmbunătăţirea situaţiei.

*) Inginer, preşedintele Comitetului Secţiei Energetică-Electrotehnică din Filiala A.S.I.T. — Bucureşti.

Activitatea deosebit de serioasă depusă de către serviciul energeticului-şef de la Combinatul Poligrafic „Casa Scînteii" a fost arătată de tov. ing. G. T h e i l, în referatul prezentat, relevînd că, prin măsurile ce s-au luat local, pe cale naturală şi artificială, s-a obţinut un factor de putere de peste 0,85, ceea ce a dus la îmbunătăţirea tensiunii. Totuşi, căderile bruşte de tensiune, ce mai survin uneori, atrag întreruperea agregatelor de tipărit şi influenţează, în special, staţia de televiziune, din aceeaşi clădire, care pentru o funcţionare optimă necesită o tensiune riguros exactă. A apreciat că I.D.E.B. a sprijinit mult Combinatul în asigurarea energiei electrice la parametri normali.

În ultimul referat prezentat, energeticul-şef al Centrului de Producţie Cinematografică a arătat că întreruperile frecvente în alimentarea cu energie electrică a Centrului se datoresc defecţiunilor din reţeaua de transport a lucrărilor neterminate din staţiile Buciumeni şi Tîncăbeşti şi, uneori, variaţiilor excesive ale tensiunii în reţea, care produc neplăceri în producţie. Întreruperile în alimentarea Centrului provoacă rebuturi şi alte pagube însemnate, întrucît o zi de filmare poate costa pînă la cîteva sute de mii de lei, iar o întrerupere de o oră poate duce la anularea zilei de filmare. Apoi, a concretizat, pe larg, constatările şi observaţiile făcute asupra tensiunii de alimentare la sosire, stabilitatea frecvenţei, regimul de avarii, factorul de putere, relaţiile cu ET 1 şi I.D.E.B., la care a găsit înţelegere şi sprijin. În partea finală a referatului, a făcut propuneri judicioase pentru o mai bună alimentare a C.P.C. cu energie electrică, în limitele parametrilor normali.

La discuţii au luat cuvîntul peste 20 de ingineri, energeticieni şi electricieni dintre participanţi, şi anume :

Tov. ing. Petre S t a n de la I.D.E.B. s-a raliat la constatarea că tensiunea de distribuţie nu este corespunzătoare, însă, prin eforturile unite ale producătorilor şi consumatorilor, dificultăţile se vor soluţiona.

În primul rînd, se impun măsuri serioase la consumatori, spre a face tot ce le stă în putinţă pentru evitarea perturbaţiilor în reţea şi în instalaţii, cum şi pentru limitarea întreruperilor din posturile de transformare. Este absolut necesar ca, pentru o justă exploatare şi întreţinere a instalaţiilor de la consumatorii industriali, să se planifice cîteva zile pe an pentru revizia totală a acestora de către organele I.D.E.B. şi ale întreprinderilor.

Consumatorii trebuie să studieze mai bine posibilităţile locale şi folosirea rezervelor interne, pentru ameliorarea factorului de putere şi compensarea energiei reactive. Prin sprijinul primit în această direcţie din partea uzinelor „23 August", s-a putut monta un compensator sincron, iar la Combinatul Poligrafic „Casa Scînteii" s-a făcut tot ceea ce a fost posibil spre a se asigura tehnic alimentarea fără întrerupere cu energie electrică la parametri normali. Nu acelaşi sprijin s-a primit din partea uzinelor „Republica", unde I.D.E.B. nu a putut monta încă compensatorul sincron prevăzut.

— Tov. ing. T e o d o r e s c u Gh. de la I.T.B. a făcut o serie de propuneri în legătură cu : reanalizarea termenului de amortizare al instalaţiilor de compensare, întrucît vechiul termen de cinci ani se pare că a constituit o frînă în dezvoltarea acestora ; compensarea locală a fiecărei maşini în parte şi nu la capetele barei de distribuţie ; revederea, de către organele competente, a realizării în ţară a compensatoarelor sincrone rotative în bune condiţii.

— Tov. ing. S t e r i a n I. a scos în evidenţă că este mai comod să se asigure compensarea energiei reactive prin condensatoare de forţă, deci să se treacă cît mai urgent la fabricarea acestora în ţară, iar la livrare să posede instrucţiuni detaliate asupra folosirii.

De asemenea, a propus să se studieze fabricarea transformatoarelor cu reglaj sub sarcină, iar instalaţiile noi să se construiască în aşa fel încît să se evite strangulările.

— Tov. ing. A s u l t a n e i Alex., de la Inspecţia Energetică, a remarcat că unele compensatoare sincrone nu au fost just repartizate, acordîndu-se instalaţii de 200 kVAr, unde erau necesari numai 30 kVAr, iar durata de montare a unor asemenea instalaţii a durat prea mult, între nouă luni şi doi ani, timp în care un număr apreciabil de kVAr au stat nefolosiţi.

— Tov. ing. M a r c u Bernard din Departamentul Energiei Electrice a conchis că, în ultimii ani, s-a făcut mult pentru asigurarea unei exploatări mai raţionale a instalaţiilor electroenergetice şi pentru îmbunătăţirea factorului de putere, pentru care trebuie să se depună încă stăruinţe serioase spre a ajunge peste tot pînă la 0,85. Aceasta se va putea realiza, în primul rînd, dacă toţi consumatorii vor aplica riguros prevederile regulamentelor în vigoare, ceea ce va avea ca rezultat furnizarea tensiunii la parametrii normali şi, în al doilea rînd, dacă se va asigura cît mai curînd posibil aparatajul necesar pentru compensarea energiei reactive.

După ce au mai luat cuvîntul tov. ing. Ecaterina A r i e de la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R., tov. ing. M o g o ş a n u I., de la Întreprinderea de Electricitate-Bucureşti şi alţii, dezbaterile au fost încheiate prin redactarea unui proiect de recomandări pentru producătorii, distribuitorii şi consumatorii de energie electrică, cum şi pentru organele centrale de resort interesate.

Astfel, printre cele mai importante recomandări, trebuie menţionate următoarele :

a) Studierea posibilităţilor de dotare a staţiilor (I.F.E.) cu transformatoare cu reglarea tensiunii sub sarcină.

b) Urgentarea fabricării şi a dotării întreprinderilor industriale cu condensatoare statice.

c) Extinderea acţiunii de trecere la tensiuni superioare (de la 120/208 la 220/380), pentru descărcarea reţelei de înaltă şi joasă tensiune.

d) Reexaminarea schemelor de distribuţie în reţeaua de înaltă şi joasă tensiune, pentru găsirea soluţiilor optime care să asigure consumatorilor o tensiune normală.

e) Înlocuirea siguranţelor cu întreruptoare automate de joasă tensiune la transformatoarele cu puteri peste 400 kVA.

f) Studierea introducerii în fabricaţie a autotransformatoarelor.

g) Luarea de măsuri de către consumatori pentru :

— îmbunătăţirea factorului de putere, prin extinderea compensării locale a puterii reactive ;

— punerea la punct a instalaţiilor interioare de la tablourile de distribuţie pînă la ultimul receptor şi, în special, calibrarea riguroasă a siguranţelor ;

— respectarea întocmai a consumului de putere contractată în timpul stabilit.

h) Aplatizarea curbei de sarcină să constituie o preocupare de seamă pentru toate cercurile A.S.I.T. din întreprinderi.

i) Solicitarea institutelor de proiectare ca, în proiectele de extindere şi de instalaţii electrice, să se prevadă şi partea de proiect privind compensarea puterii reactive.

Punerea în aplicare de către producători, distribuitori, consumatori şi organele superioare respective a acestor recomandări va aduce, desigur, o îmbunătăţire substanţială în asigurarea consumului de energie electrică la parametri normali, chiar din anul 1958, dovedindu-se — prin aceasta — că prezenta consfătuire a şi început să dea roade, justificînd astfel scopul pentru care a fost organizată.

Energetica generală

Situaţia petrolului pe plan mondial. B e n t z A. BWK, vol. *9* (1957), nr. 12, pag. 585—86., 3 fig.

662.322

În cadrul consfătuirii anuale a Asociaţiei germane pentru ştiinţa uleiurilor minerale şi a chimiei cărbunelui, prima conferinţă cu titlul de mai sus a prezentat o privire de ansamblu asupra situaţiei mondiale a petrolului, care aduce perspective cu totul noi.

Rezervele mondiale de petrol, apreciate la 32 mrd. t prezintă o mare concentrare în zăcămintele din Orientul Apropiat, care grupează cca 62% din rezerve, faţă de 14% în SUA, 10% în URSS, 6% în Venezuela etc.

Din această cauză în următorii 20 de ani se va produce o schimbare structurală masivă a producţiei, care pentru 1975 este apreciată la 900 mil. t în Orientul Apropiat (creştere de 470% faţă de 1955) în timp ce în SUA se vor extrage numai 545 mil. t, adică numai cu 52% mai mult decît în 1955.

Cu toate acestea nu trebuie subapreciate posibilităţile de dezvoltare a extracţiei în unele ţări din Europa, Africa, America de Sud, India etc., explorările din ultimul timp conducînd la concluzia că fără îndoială rezervele de petrol sînt mult mai mari decît se cunosc azi.

E 855 *i.s.*

Electroenergetica într-o nouă fază. C r u d i n s c h i S. M. şi S î r o m i a t n i c o v I.A. Elektriceske Stanţii 28(1957) nr. 11, pag. 47—50

621,311.1(47)

Autorii, făcînd parte din Comitetul de stat pentru ştiinţă şi tehnică de pe lîngă Consiliul de Miniştri al U.R.S.S., arată că în cei 40 de ani de la Marea Revoluţie Socialistă din Octombrie, U.R.S.S. a obţinut succese uriaşe, ocupînd acum al doilea loc în lume din punct de vedere al producţiei de energie electrică. În anul 1956, puterea instalată a U.R.S.S. a fost 42 GW, iar producţia de energie 192 TWh.

S-au dezvoltat sisteme puternice care au ajuns la puterea de 5—7 GW. Industria sovietică s-a dezvoltat în mod corespunzător satisfăcînd cerinţele energetice.

În continuare, autorii se opresc asupra anumitor lipsuri din energetica sovietică.

Ca urmare a faptului că cererile de energie au depăşit posibilităţile de producere, s-a ajuns la supraîncărcarea echipamentului energetic. Construcţia de centrale mici este prea răspîndită. Dezvoltarea reţelelor nu s-a făcut în ritmul creşterii puterii instalate, astfel în perioada 1928—1955 producţia de energie a crescut de 75 ori, iar lungimea reţelei de 26 ori. Consecinţa acestei situaţii a fost supraîncărcarea reţelei, în unele raioane nefolosirea puterii existente, iar în altele construirea de centrale mici pentru satisfacerea nevoilor locale. Se apreciază că construirea de centrale mici este neeconomică, întrucît costul specific la centralele mici este de 4 000 ruble/kW, în timp ce la centralele cu grupuri generatoare de 100 MW costul specific este de 1 300—1 460 ruble/kW, iar pentru centralele cu grupuri de 200 MW de 820 ruble/kW. Apreciind modul în care se face electrificarea rurală, autorii conchid că soluţiile actuale care se bazează în prea mare măsură pe centrale locale nu sînt economice atît ca investiţii cît şi în ce priveşte cheltuieli de exploatare.

Electrificarea Uniunii Sovietice trebuie să se facă în cel mai înalt grad de la centrale mari termoelectrice sau hidroelectrice interconectate în sisteme puternice prin linii la tensiunea de 220—500 kV, construirea centralelor mici trebuind să fie limitată la regiunile unde durata legării la sistem este mai mare decît construirea unor centrale locale. Realizarea unui transport permite în modul cel mai raţional să se folosească resurse termo şi hidroenergetice, datorită uniformizării curbei de sarcină, creării unei rezerve unice etc.

În continuare autorii subliniază succesele obţinute în domeniul automatizării, protecţiei prin relee, stabilităţii sistemelor energetice etc. Ridicarea electroenergeticii pe o nouă treaptă se poate face prin rezolvarea complexă a necesităţilor energetice ale întregii ţări.

E. 856 *v.n.*

Centrală bloc de 100 MW ca centrală de termoficare. E l w e r t, O. BWK, vol. *10* (1958), nr. 2, pag. 98, 1 fig.

621.311 :621.182

La Stuttgart este în curs de realizare o nouă centrală, prevăzută în prima etapă cu o unitate principală de 100 MW şi cu un grup de termoficare, în etapa finală urmînd a se adăuga încă 100 MW şi eventual şi o instalaţie de vîrf.

Grupul principal de 100 MW este alimentat dintr-un cazan de 400/420 t/h la 207 at şi 545°C cu supraîncălzire intermediară la 545°C. Parametrii de intrare ai aburului în turbină sînt de 180 at şi 540°C. Turbina principală alimentează dintr-o priză nereglabilă a cărei presiune variază între 24 şi 70 ata în funcţie de sarcina electrică respectiv de debitul preluat, o turbină secundară cu pînă la 190 t/h abur. Această turbină de termoficare lucrează cu o contrapresiune de 8,5 ata şi are o priză reglabilă la 21,5 ata, aburul destins fiind trimis la o instalaţie de transformatori de abur care alimentează în mod corespunzător reţele de termoficare. Întrucît în viitor extinderea termoficării se va face printr-o reţea cu apă fierbinte, se prevede instalarea a încă unui grup de termoficare care va lucra între 8,5 ata şi presiunea dictată de temperatura în reţea.

Prima etapă a centralei va intra în funcţiune probabil în această toamnă.

E. 857 *i.s.*

Creştere bruscă a duratei de utilizare. S t e i n e r, H. Elwirtschaft, vol. *56* (1957), nr. 15, pag. 521—24, 5 fig., 1 tab.

621.311.153

Se analizează evoluţia duratei de utilizare, care din 1900 pînă acum prezintă o creştere sensibilă, fără ca aceasta să fi fost nici continuă şi nici uniformă. Din contra, pentru unele cazuri expuse, apar creşteri bruşte şi chiar scăderi repetate.

După examinarea diferitelor influenţe principale, se conchide totuşi că pentru viitorul apropiat, cel puţin în RF Germană ar fi greşit să se conteze pe o creştere a duratei de utilizare. O astfel de ipoteză ar conduce la o subapreciere a puterii instalate necesare, ceea ce, dat fiind rezerva redusă, trebuie neapărat evitat.

În sprijinul tezei expuse se prezintă evoluţia duratei de utilizare a puterii efectiv disponibile la vîrf în mai multe ţări, după cum urmează :

	1938	*1948*	*1950*	*1952*	*1953*	*1954*
SUA	3000	4800	4700	4750	4800	4600
Suedia	3150	3450	3950	3800	3750	3750
Elveţia	3350	3700	3400	4000	3950	3700
Marea Britanie		3500	3600	3500	3400	3500
R.F. Germană		3300	3950	4200	4250	4400
Belgia	2050	2900	2900	2800	2800	—
Franţa	2200	2850	2850	2950	2800	2900

E 858 *i.s.*

Termoenergetica

Procese combinate pentru producerea căldurii şi forţei. B a c h l, H. Elwirtschaft vol. *56* (1957) nr. 17 pag. 592—99 13 fig., 15 ref. bibl.

621.181

Pentru a obţine o privire de ansamblu şi posibilităţi univoce de comparaţie între numeroasele procese combinate descrise în literatura de specialitate, se expune, pe baza a două exemple concrete, o metodă unitară de reprezentare.

Plecînd apoi de la procesele deschise şi închise de bază ale termoenergeticii, se tratează procesele combinate. În

încheiere se analizează care sînt condiţiile speciale pentru procesele termoenergetice combinate folosind ca sursă de căldură arderea de gaze, combustibili lichizi, cărbuni sau energie nucleară şi ce premize trebuie împlinite pentru ca aceste procese să aibă perspective de realizare în instalaţii pe scară mare.

E. 859 *i.s.*

Cîteva căi de mărire a eficacităţii energetice a centralelor de termoficare intercone ctate în marile sisteme energetice. M o n a s t î r s k a i a A. R. : Electriceskie stanţii, nr. *10* (1957), pag. 2—5.

621.311.22 :697.34

În etapa actuală a dezvoltării energeticii sovietice, cînd sînt create sisteme energetice puternice, se impune o revizuire a tipului de centrale electrice de termoficare şi îndeosebi a agregatelor de bază ale acestora.

Turbinele cu abur construite pentru CET în scopul asigurării cu energie electrică şi termică în acelaşi timp, erau concepute pentru funcţionarea dependentă de graficul sarcinilor electrice. Efectul economic al producerii combinate de energie electrică şi căldură în foarte multe cazuri era diminuat.

În articol se analizează căile de îmbunătăţire a efectului energetic al CET în noile condiţii create în energetica sovietică :

1. Ridicarea parametrilor aburului viu la CET pînă la valori cel puţin egale cu cele CTE. Aceasta implică mărirea puterilor unitare ale agregatelor la CET.

2. Alegerea debitelor de abur raţionale pentru fiecare corp al turbinei de termoficare.

3. Modificarea tipurilor de turbine cu priză şi condensaţie

E. 860 *g.c.*

Centrale termoelectrice în aer liber. Simpozion asupra proiectării şi experienţei de exploatare cu centralele electrice cu instalaţii în aer liber. L a n d i s J. N. Trans. Amer. Soc. Mech. Engns., vol. *78* (1956), nr. 4, pag. 671—707.

621.311.22.001/002

Articolul reprezintă un rezumat a şapte comunicări ţinute de partenerii şi adversarii instalaţiilor în aer liber, precum şi a discuţiilor de la numita sesiune a ASME.

Instalaţiile în aer liber cîştigă teren, în special, în statele sudice din S.U.A. Economiile nu sînt foarte mari, şi anume o instalaţie închisă de 200 MW, în regim de climă temperată costă cu 2,7 % mai mult şi dacă se face economie extremă în construcţii (pereţi de azbociment în loc de zidărie de cărămidă) cu 2 % mai mult. După I. I. Kearny, articolul : „Dezvoltarea costului centralelor termoelectrice americane" (cu rezumat în revista Energetica) economiile realizate la instalaţiile în aer liber sînt mult mai mari (circa 10 %). Economia este mai mare la sala cazanelor decît la sala maşinilor. Pentru 267 centrale americane (70 % din numărul celor instalate), care s-au construit între anii 1953—1956, s-au stabilit, 58 de obiecte de instalaţii sau servicii (de la birouri la coşuri), care se pot realiza deschise sau închise ; 11 obiecte au fost de la 50 — 100 % din cazuri în exterior, 11 de la 25—50 % şi restul de 36 obiecte s-au găsit în mai puţin de 25 % din cazuri în exterior.

Întreruptoarele de înaltă tensiune şi transformatoarele s-au montat exclusiv în exterior.

Cazanele s-au montat în 38 % din cazuri în exterior sau semiînchise, turbinele au fost în exterior în 21 % din cazuri condensatoarele în 12 %, pompele de alimentare în 7,7 %, ventilatoarele de aer în 35 % şi ventilatoarele de gaze de ardere în 65 % din cazuri.

Avantajele construcţiei în aer liber sînt : economie de manoperă la construcţie, simplificarea problemei ventilaţiei şi climatizării, curăţire uşoară, siguranţă mărită contra incendiului. Toate conductele exterioare cer însă o îngrijire deosebită. Izolaţiile trebuie să fie rezistente la acţiunea agenţilor atmosferici şi trebuie întreţinute cu grijă, astfel ca avantajele construcţiei în aer liber să nu fie compromise din cauza pierderilor mai mari de căldură. Echipamentele pentru aceste instalaţii sînt din ce în ce mai sigure în exploatare, iar reglarea la distanţă, observarea la distanţă prin sisteme de televiziune şi automatizarea avantajează simţitor construcţiile în aer liber. S-a dovedit foarte interesantă dispoziţia instalaţiilor sistem „curte ţărănească" (ranch type), la care se depărtează instalaţiile unele de altele aşa încît la montaj şi în exploatare să se poată circula cu automacaralele în jurul fiecărei instalaţii.

Dezavantajele construcţiei în aer liber sînt următoarele :

Creşterea consumului specific din cauza pierderilor mai mari de căldură (se poate aprecia creşterea în cazul unei instalaţii cu cărbune la 0,25 %). Dacă se cumulează aceste pierderi în timp, se obţine o valoare similară cu aceea a construcţiilor.

În stare rece izolaţiile se umezesc, absorbind umiditate din aer (în această privinţă se comportă foarte bine izolaţii cu foiţă de aluminiu).

Posibilitatea de lucru la montaj şi revizii este îngreunată pe timpul iernii, lungindu-se astfel uneori perioadele de oprire ale instalaţiei. Dacă se cumulează şi valoarea energiei nelivrate în aceste perioade (1,5 zile pe an) la preţul ei de vînzare, se obţine o valoare mai ridicată decît economia realizată la construcţii.

Reviziile, amînate din cursul iernii, se aglomerează în cursul primăverii, tocmai într-o perioadă de timp ploioasă.

La instalaţiile în aer liber grupul electrogen se scumpeşte din cauza construcţiei capsulate. În orice caz, camera de comandă se execută într-o clădire specială.

Experienţa de exploatare a arătat, de asemenea, că nu decurg greutăţi din cauza problemei zgomotului în exterior.

La ora actuală nu se poate da un răspuns dacă instalaţiile în aer liber sînt sau nu rentabile, tendinţa tehnicii este îndreptată însă spre acest fel de centrale electrice, pe măsură ce se perfecţionează şi se îmbunătăţesc constructiv elementele componente ale instalaţiilor. Pentru viitor se prevede că se vor realiza şi instalaţii în aer liber şi instalaţii în clădiri. Articolul este amplu ilustrat cu 27 figuri şi 7 tabele.

E. 861 *c.m.*

Noi tipuri de cazane de abur cu parametri de 140 ata, 570/570°C şi 540 t/h. Electriceskie stanţii, nr. *9* (1957), pag. 95.

621.181

Consiliile tehnice ale Ministerelor Centralelor Electrice, Construcţiei de Maşini şi Construcţiei de Centrale Electrice au aprobat construcţia unor noi tipuri de cazane de abur proiectate de uzinele constructoare de cazane din Taganrog, TKTI şi Orgenergostroi la parametrii aburului de 140 ata şi 570/570°C pentru un debit de 540 t/h.

Caracteristicile mai importante ale acestor cazane sînt următoarele :

Tipul cazanului	TP—96		TP—92
	Mărunt de antracit		Lignit
Combustibil	Sub formă	Sub formă	Sub formă
Tipul montării	de Π	de T	de Π
Randamentul brut, %	90,7	90,7	92,9
Temperatura gazelor de ardere,°C	122	122	114
Temperatura gazelor în focar, °C	1 210	1 190	1 150
Temperatura aerului fierbinte, °C	398	402	250
Intensitatea termică a focarului,mii kcal/m³h.	125	125	152
Cota nivelului tamburului, m	41,5	39,7	35,8
Gabaritele cazanului, m :			
— lăţimea	18	24	18
— adîncimea	21	18	17
— înălţimea	44,7	43,9	37,8
Numărul de tamburi	1	1	1
Evacuarea zgurii	Hidraulică	Hidraulică	Solidă
Numărul de arzătoare	16	16	

E. 862 *g.c.*

Adaptarea cazanelor de abur TP—230—2 la alimentarea cu apă cu conținut mare de săruri. Cetvericov A. V. și Livșiț S. I.: Teploenerghetika, nr. 6 (1957), pag. 25—31

621.181.

Problema epurării chimice a apei de adaos la CET, unde procentul de adaos este, în anumite cazuri, de pînă la 80% din debitul total al cazanelor impune greutăți considerabile în ce privește dimensionarea instalațiilor de epurare și funcționarea acestora.

ORGRES a adus o serie de modificări la diferite cazane de abur, menite să facă posibilă alimentarea cu apă de adaos cu conținut mai mare de săruri.

În articol sînt expuse rezultatele încercării și experimentării cazanului de abur TP — 230 — 2, reconstruit pentru a putea funcționa cu apă de alimentare cu un conținut de săruri de 150 mg/l.

Ca modificare constructivă esențială este construirea a trei trepte de separare în tambur.

ORGRES, pe baza exploatării de doi ani a unui asemenea cazan reconstruit și alimentat cu apă cu un conținut mare de săruri a realizat trecerea și a altor trei cazane la schema simplificată de alimentare cu apă fără epurarea chimică obișnuită.

E. 863 *g.c.*

Probleme de buncăre. Forma și golirea buncărelor. Léon K. W., B.W.K., vol *9* (1957), nr. 9, pag. 424—427, 13 fig.

621.311.22 :662.87 :001/4

În articol se cercetează metodele pentru reducerea greutăților la exploatarea buncărelor cu cărbune umed care formează bolți și înfundă gurile de descărcare. Reguli generale nu se pot da, deoarece proprietățile cărbunilor sînt foarte diferite. Rezultă totuși, din practică, unele măsuri care ușurează scurgerea cărbunilor din buncăre.

Din punct de vedere al formei, se indică următoarele:

— gura de golire să aibă dimensiuni peste 800 mm, și o formă dreptunghiulară sau eliptică, evitînd forma pătrată sau circulară;

— un perete median vertical dă bune rezultate în exploatare;

— pereții buncărului trebuie să aibă înclinări de 65—75°, iar pereții opuși să aibă înclinări diferite;

— pereții să se racordeze cu raze de cel puțin 300 mm; racordarea trebuie continuată pînă la gura de golire, unde raza trebuie să aibă cel puțin 100 mm;

— pereții buncărelor urmează a fi netezi; soluțiile optime pentru aceasta sînt: acoperire cu plăci de sticlă, acoperire cu un material neted sau hidrofug (Säkaphen) sau torcretarea cu un amestec cu materiale metalice și nemetalice.

În continuare se dau exemple de buncăre realizate, de greutăți întîmpinate și metode de evitare a acestora, confirmînd măsurile preconizate mai sus.

Pentru spargerea bolților, autorul preconizează următoarele:

— împușcarea bolții cu aer comprimat de 4—6 at;

— folosirea unor perne de cauciuc aderente de pereți și care se pot umfla cu aer;

— folosirea vibratoarelor (numai temporar și numai în timpul golirii).

În cazul folosirii morilor care au suprapresiune în interior, este necesar să se etanșeze traseul între buncăr și moară prin coloană de cărbune sau prin roți cu palete.

În cazul cărbunilor argiloși, care sînt foarte aderenți, trebuie folosit buncărul cu fantă. Pantalonii pentru golire urmează a avea diametre mai mari decît 400 mm, fiind construiți din cauciuc.

Tabla nu dă rezultate bune în aceste cazuri, chiar dacă se folosește oțel inoxidabil foarte neted. Sînt de recomandat lanțurile mobile plasate în tuburile de scurgere.

Buncărele de praf trebuie să fie acoperite cu un strat izolant termic și hidrofug pentru a evita condensarea vaporilor de apă din praful cald. Buncărele metalice sau tuburile metalice trebuie încălzite. Pentru ușurarea scurgerii se poate insufla aer în partea conică prin intermediul unor plăci poroase. Folosirea vibratoarelor nu înlătură complet greutățile, iar din timp în timp, buncărele trebuie golite și curățate.

E. 864 *c.m.*

Rezultate experimentale ale pornirii bloc cazan-turbină cu parametrii aburului crescînd. Krusel G. E. și Prokopenko A. G.: Teploenerghetika, nr. *1* (1958), pag. 89—90.

621.311.22 :004

În cursul ultimilor 18 luni, ORGRES a efectuat la diverse centrale de presiune înaltă și foarte înaltă încercări pentru cercetarea și însușirea pornirii bloc cu parametrii aburului în creștere.

Detaliile metodei de pornire sînt descrise în Teploenerghetika nr. 3 și 7 din anul 1957.

În schema bloc cu legătură transversală turbina și cazanul de pornit se separă prin ventile.

Înainte de a începe încălzirea cazanului se fac toate pregătirile preliminare pentru pornire și funcționare ale cazanului turbinei și instalațiilor auxiliare între care și deschiderea completă a vanelor de la cazan pînă la turbină inclusiv supapa de siguranță și ventilele de reglare. Se încălzește apoi cazanul conform programului și apoi se încarcă și turbina cu abur la parametri în creștere, produs în timpul încălzirii.

Pînă în prezent noul sistem de pornire a fost încercat în șapte centrale cu diverse tipuri de cazane și turbine pînă la 150 MW, de presiune înaltă și foarte înaltă cu sau fără supraîncălzire intermediară.

Pe baza încercărilor s-au întocmit instrucțiuni de pornire pentru diverse tipuri de agregate și în unele centrale noul sistem a intrat în faza de exploatare normală.

Pentru folosirea parțială a căldurii acumulate în instalațiile ce se opresc duminica, se scad treptat parametrii aburului în agregatele separate pentru oprire.

Pentru aplicarea sistemului de pornire bloc, s-au executat următoarele lucrări pregătitoare: instalarea unei conducte de abur de $\varnothing = 50$ mm pentru aducerea aburului de la grupurile învecinate la ejector și la turbopompa de ulei, montarea unui răcitor de abur cu injecție de apă, instalarea a 2 injectoare de păcură la cota 12—14 m pentru ridicarea rapidă a supraîncălzirii după oprirele de duminică și instalarea la turbine conform PET a unui indicator de dilatare relativă a rotorului și a unor termoelemente pentru măsurarea temperaturii metalului.

Regimul de pornire în bloc și durata sa s-au stabilit plecînd de la viteza admisibilă de încălzire a turbinei. Pînă la efectuarea încercărilor amănunțite referitoare la rezistența metalului și influența asupra acesteia a tensiunilor rezultate din diferențele de temperatură în diferitele detalii ale turbinei, mărimea diferențelor de temperatură s-a menținut la valorile fixate de fabricile constructoare pentru pornirea cu parametrii nominali.

Ridicarea progresivă a temperaturii aburului la pornirea bloc asigură încălzirea uniformă a cilindrului și rotorului turbinei și prin aceasta se reduce dilatarea relativă la o valoare mult mai mică decît spațiile axiale din labirinți, și deci viteza de pornire nu este limitată de dilatarea relativă.

Diferențele de temperatură ce apar în tamburii cazanelor la regimul de pornire determinat de ritmul de încălzire al turbinii sînt mult mai mici decît cele permise și deci ele nu frînează pornirea.

Temperaturile pereților țevilor de supraîncălzitor sînt mai scăzute decît cele la plină sarcină și cu parametri nominali, ceea ce denotă că răcirea este sigură și nu comportă mărirea debitului de abur prin supraîncălzitor și evacuat în exterior.

Aplicarea metodei de pornire bloc cu parametrii aburului în creștere a arătat că metoda este sigură și rațională și că permite reducerea duratei de pornire la a 3-a parte.

În prezent, pe baza datelor obținute și a instrucțiunilor întocmite, este posibilă aplicarea acestei metode la majoritatea centralelor de mare presiune.

E. 865 *c.d.*

Accelerarea regimului de pornire a turbinelor de mare presiune construite de L. M. Z. Gorelkin N. M. Energomașinostroenia nr. *12* (1958), pag. 3—11.

621.311.22.004.13

După expunerea metodei de cercetare se arată rezultatele încercărilor pentru cazul pornirii la parametri nominali.

1. Efectiv, încălzirea turbinei are loc la încărcare.

2. Pornită de la rece, turbina se încălzește neînsemnat la viteza redusă, iar la pornirea din stare caldă, turbina chiar

se răcește și deci în acest caz este irațională menținerea la viteza redusă.

3. Dacă izolația termică este completă, nu apar diferențe de temperaturi periculoase nici în timpul ridicării vitezei, nici în timpul încărcării (cu viteza 200—1000 kW/min).

4. La labirintul din față poate să apară diferențe de temperatură periculoase (pînă la 110°C la pornirea de la rece și pînă la 70°C la pornirea din stare caldă) între ax și bucșa labirintului fixată pe ax.

5. Diferențele de dilatare între rotor și stator sînt cu mult mai mici decît spațiile din labirinți și dintre palete.

6. Criteriul principal al regimului de încărcare al turbinelor V.P.T-25, V.K-50 (cu labirintul rotoric, realizat ca bucșă fixată pe ax și nu tăiat direct pe ax) este diferența de temperatură la labirintul din față între ax și bucșa interioară a labirintului. La o strîngere normală a acestei bucșe pe ax de 0,35—0,4 mm strîngerea încetează la o diferență de temperatură de 50—60°C și deci atingerea unei diferențe superioare acestei valori poate să conducă la avarii. Aplicarea acestui criteriu nu este însă posibilă în exploatare, din cauza imposibilității de urmărire a diferenței de temperatură în labirint. Pe baza încercărilor făcute și luînd ca element de orientare temperatura cilindrului în jumătatea inferioară, s-a stabilit regimul de creștere a vitezei și a sarcinii astfel încît să nu fie depășită valoarea limită de 50—60°C a diferenței de temperatură în labirint. Practic diferitele regimuri sînt precizate sub forma de tabele în funcție de temperatura cilindrului din momentul începerii operației respective. Punctul de măsură este pe generatricea inferioară a cilindrului și în planul supapelor de reglaj, în zona treptei de reglare.

7. La pornirea din stare caldă, influență hotărîtoare asupra regimului de pornire poate să aibă deformarea cilindrului; prin încercările făcute s-a stabilit însă că n-au avut loc atingeri radiale între labirinții diafragmelor la regimurile cercetate.

8. Recomandări pentru pornirea turbinelor de presiune ridicată:

a) La pornirea din stare caldă, diferența de temperatură între jumătatea superioară și inferioară în zona treptei de reglare să nu depășească 45—50°C; în caz contrar se prelungește timpul de oprire pînă la atingerea valorii de 50°C.

b) Durata mersului în gol este condiționată de atingerea temperaturii de 165°C — 175°C la jumătatea inferioară a cilindrului; aceste valori pot fi atinse la cca 30 min de mers în gol, în cazul pornirii de la rece. Prelungirea mersului în gol peste temperatura de 175°C nu este rațională, iar cuplarea generatorului înainte de atingerea valorii de 165°C poate să aibă ca consecință diferențe mari de temperatură în timpul încărcării. Dacă la atingerea vitezei de 3000 t/m, temperatura cilindrului depășește 170°C, timpul de mers în gol se poate scurta la 10 min, cît este necesar pentru ascultarea turbinei, sincronizării etc.

9. Cu regimurile noi de pornire, durata necesară pornirii scade la mai puțin de jumătate din cea stabilită prin instrucțiunile vechi.

E. 866 *c.d.*

Tipuri noi de turbine la uzinele din Kaluga, U.R.S.S. M a s i u t i n S.S.: Teploenerghetika nr. *12* (1957), pag. 87—89.

621.311.22

Uzinele constructoare de turbine din orașul Kaluga — U.R.S.S. au executat de la data înființării lor (anul 1950) și pînă în prezent peste 20 de tipuri de turbine cu abur. Specificul acestei uzine este construirea de turbine de puteri mici, cuprinse între 0,5—12 MW la parametrii aburului viu reduși și medii, necesare îndeosebi CTE sau CET mici industriale pentru regiuni îndepărtate neconectate la sisteme energetice și pentru transport.

În articol se dau caracteristicile mai importante ale turbinelor construite, precum și indicații privind dezvoltarea noilor tipuri de turbine cu abur ce se vor construi în planul cincinal actual.

E. 867 *g.c.*

Dezvoltarea turbinei de gaz. Power Engineering, vol. *61* (1957), nr. 10, pag. 79—81.

621.438

Se prezintă dezvoltarea turbinei de gaz în diversele ei utilizări, pe continentul american. În capitolul „Utilizarea turbinei de gaz în centrale cu ciclu mixt gaz-abur" este descrisă centrala de la Cordele (S.U.A.) în care în luna martie 1958 trebuie să intre în funcțiune o turbină de gaz de 5 MW a căror gaze de eșapare produc abur și pentru o turbină de abur de 12,5 MW. De asemenea, este prezentat un proiect cu ciclu similar pentru o centrală de 150 MW, cu parametrii înalți. În capitolul: „Centrale electrice cu turbine de gaz", se descriu centralele din Vancouver (Canada), 2 × 19 750 + 2 × 18 000 kW, Fort Stokton (S.U.A.) 2 × 5 000 kW cu un singur om în tură, Sao Paolo (Brazilia) 4 × 5 000 kW, Monterry (Mexico), 16 000 kW, Caracas (Venezuela) 2 × 21 500 kW.

În categoria centralelor mobile, se amintește de o centrală plutitoare de 1 × 16 000 kW pe lacul Maracaibo (Venezuela și o centrală de 5 000 kW pe vagoane de cale ferată din Mexic.

Utilizarea turbinei de gaz în centrale industriale este bogat exemplificată; de menționat cele mai mari centrale cu turbine de gaz din lume, construite pe malul lacului Maracaibo (Venezuela) prima de 12 × 8 000 kW și a doua de 10 × 6 000 kW, care servesc la reintroducerea gazului sub presiune în straturile petrolifere.

Sînt prezentate pe scurt și realizările turbinei de gaz în domeniul transporturilor terestre, navale și aeriene.

În concluzie autorul prevede o dezvoltare foarte mare a utilizării turbinei de gaz, care va înlocui motoarele cu ardere internă și în anumite domenii turbina de abur.

E. 868 *ad.b.*

Prelungirea vieții paletelor de turbine prin metalizare. P r a s k e v a G. C. și T a y l o r G. J.: Power Engineering, vol. *61* (1957), nr. 8, pag. 68—69.

621.165.004

Se descrie recondiționarea prin metalizare a paletelor de joasă presiune a unei turbine de 25 MW, 3 600 rot/min, 45,7 at și 456°C. Procedeul constă în: 1) curățirea muchiei de atac a paletei prin sablare cu oxid de aluminiu; 2) metalizare cu un strat de 0,025—0,050 mm de molibden; 3) metalizare cu un strat, după dorință, de oțel inoxidabil; 4) sablare cu oxid de aluminiu.

Stratul metalizat cu oțel a variat între 0,25—0,30 mm, ajungînd la unele palete mai erodate pînă la 0,38 mm. Metoda propusă a dat rezultate bune. Ea s-a aplicat și la recondiționarea oglinzii unei flanșe de abur, care se suflase.

E. 869 *ad.b.*

Metodă industrială de construcție a gospodăriei subterane pentru clădirea principală la CET. I o f f e I. R.: Electriceskie stanții, nr. *9* (1957), pag. 6—10.

621.311.22.002

Construcția părții subterane a clădirii principale la CET cu fundații separate și construcția separată a tunelelor canalelor și nișelor pentru comunicațiile subterane este legată de greutăți însemnate în execuție și exploatare ca:

— necesitatea umplerii cu pămînt a unor volume rezultate prin săpare pentru construcții separate, ceea ce are ca rezultat tasări de teren, deformarea și fisurarea betonului la nivelul inferior, deteriorarea izolației hidrofuge etc.;

— numărul mare de tipuri de construcții nu permite folosirea metodelor industriale;

— permite în mică măsură folosirea elementelor din beton armat prefabricat;

— montajul și reparațiile se execută în condiții grele în canale înguste etc.

În scopul înlăturării neajunsurilor amintite, TEP a întocmit proiectul tip pentru clădirea principală a CET, care prevede construcția subsolului împreună cu tunelele și canalele gospodăriei subterane.

În articol se dau detalii constructive ale unui proiect tip pentru clădirea principală a CET de 150 MW în două ipoteze: nivelul apelor subterane se află sub și respectiv peste cota

zero. Calculele au arătat că și în cazul nivelului apelor subterane peste cota zero, prin folosirea metodei industriale de construcție comună a fundațiilor, canalelor și tunelelor, se obțin economii însemnate în ce privește betonul armat și manopera.

E. 870 *g.c.*

Electroenergetica

Experiențe efectuate în rețeaua interconectată germană de 380 kV Markt G. ÖZE 11/1958, nr. 1, pag. 6—9.

621.315.1(43)

Centralele termoelectrice pe cărbune din zona nordică a Rinului au atins o putere de circa 2 500 MW, iar necesitățile de transport de putere electrică pe direcția N—S implică valori de 1 500 MW, care încarcă la limită rețeaua actuală de 220 kV. Pentru a putea transporta puteri de ordinul a 2500—3 000 MW este necesară construirea unei rețele de 380 kV compuse din două artere cu linii cu dublu circuit având conductoare fasciculare (patru pe fază). Pentru a cunoaște comportarea efectivă a liniilor de 380 kV s-a înființat încă din anul 1950 o stație experimentală la Rheinau lîngă Mannheim (v. rap. 401, Cigré 1954, vol. III).

Articolul prezintă cîteva încercări făcute în luna octombrie 1957 referitoare la comportarea în exploatare a conductoarelor fasciculare.

Conductoarele experimentale au fost montate pe stîlpi de tip Dunăre și anume pe cele trei faze din stînga conductoare 4 (240/40*) cu dimaterul 4.21,7 mm și pe fazele din dreapta conductoare 4 (210/50) cu diametrul 4.21 mm. Linia de probă, un tronson dintr-o viitoare linie de 380 kV, era formată din doi stîlpi de întindere echipați cu lanțuri triple și un stîlp intermediar de susținere cu lanțuri duble determinînd două deschideri de 350 m. Prima deschidere avea prevăzută pe conductoare piese de distanță la 60 m care solidarizau toate cele patru conductoare ale unei faze. Cealaltă deschidere avea piese de distanță la fiecare 30 m, care solidarizau cîte două conductoare succesiv cele două orizontale și apoi cele două verticale.

S-a cercetat comportarea la oscilații mecanice cu frecvențe de 0,5 și 1,2 Hz, la descărcarea de chiciură (simulată printr-o greutate de 590 kg conform normelor VDE), efectele ruperii unuia din cele trei lanțuri de întindere sau a celor două lanțuri de susținere, precum și ruperea unuia din cele patru conductoare de pe fază. Încercările efectuate au condus la rezultate satisfăcătoare, care demonstrează practic posibilitatea constructivă a liniilor de 380 kV cu patru conductoare fasciculare pe fază.

E. 871 *a. r.*

Influența condensatoarelor serie asupra stabilității dinamice a liniilor de transport, F. Ciampolini En. Electrica, vol. 34 (1957) nr. 2, pag. 160—167, 10 fig., 1 tab. 6 referate bibliografice

621.315.1 :621.3.016.352

În articol se dezvoltă curbe care dau puterea maximă transmisă în funcție de lungime, de gradul de compensare, de numărul de stații de compensare intermediare și de timpul critic de lichidare a defectului. Autorul admite următoarele date preliminare : $\alpha = U_1/U_2 = 1{,}1$ (căderea de tensiune 10 %), $x = 0{,}45$ r/km, reactanța tranzitorie a generatorului $x_g* = 0{,}25$ reactanța relativă a transformatoarelor $x_g* = 0{,}10$, constanta de inerție $M = 190\ S \cdot 10^{-4}\ \Omega\ s^2/rad$ (S puterea aparentă a generatoarelor). Pe aceste baze admițîndu-se apariția unui scurtcircuit trifazat pe barele centralei și utilizîndu-se curbele precalculate, care dau timpul critic fictiv (τ_{cf}) în funcție de sin δ_0/δ_0 unghiul inițial între tensiunea U_2 și E și r (factorul de perturbare, adică raportul între reactanța totală a sistemului înainte și după defect) s-au determinat prin puncte curbele amintite mai sus, care au o aplicabilitate generală. Autorul examinează la sfîrșit efectul unor parametri diferiți față de cei considerați în articol.

E. 872 *a.r.*

*) 240 mm² Al 40 mm² Ol.

Comportarea turbinelor de mare putere la acoperirea vîrfului și reglajul de frecvență. Pilgram W. Siemens Zeitschrift an **31** (1957), nr. 9, pag. 435—440.

621.311.22.621.3.072.6

În fața faptului că anual se montează în R.F.G. 2 000 MW în grupuri de 100—250 MW cu parametri minimi de 180 at și 525°C și cu supraîncălzire intermediară, se pune problema preluării vîrfului și chiar reglajul de frecvență cu aceste grupuri.

Din punct de vedere al cazanului s-a reușit ca la construcții de tip Benson să se varieze sarcina cu 30 % pe minut fără dificultăți. Pentru menținerea frecvenței, autorul recomandă montarea unui regulator central cu sensibilitate de ± 0,025 Hz și cu abateri de ± 0,1 Hz la avarii. Acest regulator comandă grupuri mari care preiau variațiile de sarcină. Din analiza curbei de sarcină zilnică reiese că creșterea de sarcină cea mai bruscă este la vîrful de dimineața, cînd în medie este de 0,5 %/min, atingînd în unele momente 3—4 %/min. Autorul este împotriva construirii centralelor de vîrf, neeconomice, limitînd rolul lor numai în cazul în care sistemul are nevoie de o siguranță deosebită, nu dispune de centrale hidroelectrice sau are o concentrare deosebit de mare de consumatori.

Autorul analizează, în amănunt, tensiunile ce se produc în carcasa turbinei în dreptul roții Curtis și solicitările suplimentare produse aici la variațiile bruște de sarcină. Solicitarea mai mare se obține la scăderea de sarcină. Este prezentat sistemul de calcul la oboseală funcție de viteza de variație de sarcină cu o acoperire pentru pendulări de sarcină și neprevăzute. Tensiunea suplimentară se egalizează 80 % după 15—30 min și dispare după o oră. Din exemplul de calcul analizat se dă diagrama variației de sarcină admisă în funcție de sarcina de plecare. În general, se admit variații de sarcini de ± 7,5 %, totuși cifra scade la ± 2,5 % la 90 % din sarcină. Viteza de variație admisă scade de la 4 %/min pînă la 50 % din sarcină la 1 %/min peste 90 % din sarcină.

Un alt fenomen care limitează în oarecare măsură variația de sarcină este suprasolicitarea ultimei trepte a turbinei dinaintea supraîncălzitorului intermediar la creștere bruscă de sarcină.

În concluzie se recomandă renunțarea la centrale de vîrf și reglarea frecvenței de către un regulator automat central cu grupurile de mare putere și parametrii suprainalți cu următoarele două măsuri de siguranță : montarea unui limitator de variație de sarcină pe regulatorul central de frecvență și decuplarea automată a comenzii în caz de avarii turbinele rămînînd în acest caz numai sub comanda propriului lor sistem de reglaj.

E. 873 *ad.b.*

Conferința în legătură cu îmbunătățirea proiectării CTE foarte mari. Kricuncik A. B. : Electriceschie stanții (1957), nr. 5, pag. 91—93.

621.311.22

La CTE Mironoksc U.R.S.S. a avut loc conferința tehnico-științifică organizată de Direcția Tehnică a MCE și de Asociația Tehnico-Științifică a Energeticii Industriale în legătură cu îmbunătățirea proiectării centralelor termoelectrice foarte mari.

În articol sînt analizate critic, discuțiile care au avut loc la conferință privind partea electrică : schema generală, alegerea schemei de alimentare pentru consum propriu, construcția stației de 110 și 220 kV, generatoarele și bornele lor, distribuția pentru consumul propriu, automatizarea, camera de comandă și circuitele secundare.

La conferință, în care s-au dezbătut proiectele TEP, s-au adus observații și propuneri interesante menite să îmbunătățească noile proiecte pentru CET foarte mari.

E. 874 *g.c.*

Fluctuația puterii și tensiunii grupurilor Diesel-electrice. Alfano Antonino : L'Elettrotehnica, vol **44** (1957) nr. 2, pag. 70—73, 3 fig,

621.311.23:621.3.072.2

După cum se știe, un motor Diesel electric se caracterizează printr-un anumit grad de iregularitate, care este definit ca abaterea relativă de viteză și care depinde de puterea (încărcarea) mașinii.

Gradul de iregularitate face să apară pendulări ale roatei polare al alternatoarelor, cu frecvențe egale frecvențelor de impus (de antrenare) ale motorului Diesel.

Datorită faptului că impulsurile diverșilor cilindri nu sînt egale rezultă un al doilea tip de iregularitate, care conduce de asemenea la o frecvență (oscilație) perturbatoare.

Se știe, de asemenea, că un alternator cuplat la o rețea este supus din diverse motive unor mici oscilații care definesc, de asemenea, o frecvență perturbatoare funcție de cuplul sincronizat al mașinii. Dacă pe rețea debitează mai multe alternatoare (n) rezultă $n-1$ frecvențe naturale care au valori intermediare față de frecvențele naturale ale generatoarelor, considerate singure.

Din aceste motive cînd un generator Diesel electric funcționează singur pe o rețea se produc o serie de variații de tensiune care corespund oscilațiilor de impuls ale motorului și care au ca efect instabilitatea iluminatului. Dacă mai multe generatoare funcționează în paralel tensiunea rețelei este menținută constantă și eventualele pendulări ale unui alternator se produc în fluctuații de putere, în general, amortizate afară de cazul cînd frecvența perturbatoare (a oscilației de impuls spre exterior) este egală cu frecvența naturală a alternatorului ; în acest ultim caz poate să apară o rezonanță care să compromită mersul în paralel.

În articol se dau formule și grafice care permit calculul frecvențelor de oscilații indicate mai sus. Se indică, de asemenea, necesitatea de a avea în vedere la proiectare măsurile pentru evitarea sau reducerea efectelor menționate.

E. 875 *a.r.*

Autotransformatoarele de înaltă tensiune pentru sistemele electrice. R a b i n o v i c i I. S. : Electricestvo, nr. **5** (1957), pag. 6—12, 10 fig.

621.314.223 :621.311.1

Autotransformatoarele în ultimul timp au căpătat o răspîndire tot mai mare datorită avantajelor tehnico-economice, pe care le prezintă față de transformatoare. Astfel, pentru raportul tensiunilor de 220/110 kV costul și pierderile de energie în autotransformatoare reprezintă 70 % din pierderile și costul unor transformatoare analoge.

În articol sînt date tabele comparative pentru transformatoare, și autotransformatoare, privitor la greutate și pierderi. Micșorarea greutății și a dimensiunilor autotransformatoarelor prezintă importanță și din punct de vedere al transportului. Producția autotransformatoarelor a luat o dezvoltare tot mai mare. Astfel, în 1955, au fost fabricate mai multe autotransformatoare de 220/110 kV, 3×80 și 3×40 MVA. În curs de fabricare se află autotransformatoarele de 3×167 MVA, 400/242 kV.

Legătura electrică ce există între înfășurări, permite ca supratensiunile să treacă dintr-o parte într-alta ceea ce, constituie principalul neajuns al autotransformatoarelor.

În urma cercetărilor întreprinse de uzina de transformatoare din Moscova, s-a stabilit necesitatea conectării permanente a paratonerilor la bornele autotransformatoarelor.

Ca neajunsuri ale autotransformatoarelor, trebuie menționate dificultățile în reglarea tensiunii, obligativitatea punerii neutrului la pămînt etc.

Cu toate aceste neajunsuri, superioritatea autotransformatoarelor rămîne evidentă. În articol se analizează de asemenea, circulația de puteri în înfășurările autotransformatoarelor.

În încheiere se arată, că autotransformatoarele au avantaje serioase care permit să fie larg folosite, atît la stațiile coboritoare cît și la cele urcătoare.

E. 876 *v.n.*

Cîteva puncte de vedere privind construcția economică a stațiilor de conexiuni. M o r a w K. : ÖZE **11** (1958) nr. 1 pag. 1—6, 8 fig.

621.316.3

Pe baza experienței proiectării și construcției stației de conexiuni de 220 kV (care în viitor va fi și stație de transformare de la 380 kV) de la centrala hidroelectrică Ybbs-Persenbeug, se fac o serie de considerente economice ce trebuie avute în vedere la realizarea marilor stații de conexiuni. Deși costul unei celule de 220 kV reprezintă o cotă mică față de costul unei centrale hidroelectrice de joasă presiune de 200 MW (3 400 000 șilingi față de circa $2{,}6\cdot10^9$ șilingi) orice economie ce se poate obține prezintă totuși importanță cînd se au în vedere valorile absolute de investiții. Din motive economice și de teren (erau necesare 19 ha) stația de conexiuni a fost amplasată la 5 km de centrală fiind realizată cu dispoziția pe o linie transversală (față de bare) a separatoarelor. Soluția aleasă este cea mai bună dintr-o serie întreagă de variante și oferă o reducere de teren de circa 15 % față de stațiile construite în perioada 1941—1945 (1400 m³/plecare), deschiderea celulei fiind de 14 m față de 17—19 m.

O importantă reducere de spațiu s-a obținut și la camera de comandă, ajungîndu-se la circa 5 m³/plecare, ceea ce reprezintă aprox. 40 % din camera de comandă a stației Emsthofen construită în perioada 1941—1946. Camera de comandă a fost realizată dispunînd aparatele de măsură și protecție pe un panou, iar schema pe un pupitru de comandă indirectă, manevrat la tensiunea de 60 V curent continuu, cu relee intermediare pentru circuitul de comandă de 220 V curent continuu. Se dau detalii asupra dispozițiilor constructive adoptate.

E. 877 *a.r*

Camere de comandă moderne cu alegerea circuitului de comandă. S c h m i t z H. Elektrizitätswirtschaft, **56** (1957), nr. 14 (iulie), pag. 493—500

621.316.262.001

Numărul din ce în ce mai mare al celulelor din stațiile moderne face ca panourile din camera de comandă să ia o extindere prea mare, iar distanța de la pupitrul tablotarului pînă la panouri devine inacceptabilă.

Autorul tratează o soluție pentru a reduce dimensiunile camerei de comandă și a simplifica executarea manevrelor în stații.

Cheia de comandă deservește mai multe aparate din schema de conexiune. Ea este conectată printr-un buton la circuitul de comandă al întreruptorului sau separatorului respectiv.

Cheile de comandă și butoanele se află pe pupitru, în timp ce măsurile și semnalizările de poziție rămîn pe panou.

Comanda cu alegere se execută în trei soluții :

1) alegerea aparatului,
2) alegerea pe grupe de aparate,
3) alegerea în trepte.

Toate soluțiile de mai sus se pot realiza fie cu conectarea directă (prin buton) la circuitul de comandă, fie indirect, prin relee intermediare. În ultimul caz se realizează circuitul de alegere în curenți slabi, iar circuitul de comandă, în curenți tari.

În articol se prezintă o cameră de comandă cu cheie de comandă comună pentru aparatele unei celule, construită de A.E.G. Pe pupitru sînt 28 de chei, ocupînd o lățime de 4 cm fiecare. La acționarea unui buton pe pupitru, se aprinde o lampă pe schema oarbă, confirmînd justețea manevrei.

La alegerea pe grupe cîteva chei deservesc mai multe celule identice. Cheia alege de exemplu separatorul de pe sistemul de bare A iar butonul alege celula.

Alegerea în trepte combină soluțiile 1 și 2. Cheia de comandă este unică pentru celulele identice. Un buton alege celula, alt buton — aparatul din celulă. Soluția s-a realizat de V. & H și de B.B.C.

Autorul recomandă sistemele de mai sus ca fiind avantajoase în cazul lipsei de spațiu și face o comparație critică cu execuția clasică a comenzilor individuale, privind vizibilitatea și claritatea, siguranța în explotare, durata de efectuare a manevrelor și costul de execuție.

E. 878 *an.b.*

Cercetări în legătură cu numărul și durata întreruperilor în alimentarea cu energie electrică în Berlinul de vest. W e b e r H. Elwirtschaft vol **56** (1957) nr. 18 pag. 647—53.

621.316.2.004.6

După o prezentare a structurii rețelii electrice din Berlinul de vest la care sînt racordați cca 900 000 de abonați, se analizează întreruperile în alimentarea cu energie electrică în intervalul 1952—56, clasate după nivelul de tensiuni și cu indicația duratei medii.

O cercetare a pagubelor materiale cauzate abonaţilor prin nelivrarea de energie electrică — care a însumat cca. 0,12 % din cantitatea anuală totală — duce la concluzia că nu ar fi îndreptăţit un grad mai înalt de asigurare a alimentării prin investiţii suplimentare, nici din punctul de vedere al întreprinderii de energie electrică şi nici din punctul de vedere al economiei generale.

E. 879 *i.s.*

Norme privitoare la densitatea economică de curent. G r u d i n s c h i G. P. şi P r i c l o v s c h i H. E.: Electricesvo, nr. **3** (1957) pag. 43—47.

621.316.1.003

Se arată că normarea densităţii de curent are ca scop alegerea secţiunii conductoarelor ţinînd seama de interesele economiei naţionale.

În U.R.S.S. densitatea de curent s-a normat din anul 1943. Pînă la această dată determinarea densităţii economice de curent se făcea numai pentru liniile importante, folosind relaţia lui Kelvin. Secţiunea conductoarelor se determină din condiţia cheltuielilor minime de exploatare.

În relaţia lui Kelvin intră şi noţiunea de dobîndă asupra capitalului, noţiune nefolosită în condiţiile societăţii socialiste. Neglijarea acestei noţiuni conduce la alegerea unei densităţi prea mici.

S. A. Cuchel-Craevschi a propus o altă metodă de calcul al densităţii economice de curent, care ţine seama de condiţiile societăţii socialiste. După această metodă, varianta cea mai economică este aceea care asigură cheltuielile minime într-un interval T. În relaţia propusă, se iau în considerare investiţiile iniţiale pentru crearea puterii necesare acoperirii pierderilor în linii, precum şi cheltuielile anuale de exploatare.

În articol se indică modul de determinare a relaţiilor care dau limitele superioare ale densităţii economice de curent. În aceste relaţii intervine şi costul pierderilor de energie, care autorii recomandă să fie luate în considerare plecîndu-se de la costul de producţie. De asemenea se analizează şi ceilalţi factori care intervin în aceste relaţii ca: amortizările, graficele de sarcină etc.

Autorii arată că greşelile în normarea curenţilor în timpul proiectării se traduc prin investiţii suplimentare. De aceea, se recomandă ca să nu se manifeste nici o rezervă faţă de scăderea valorilor densităţii de curent, chiar pînă la jumătate din valorile normate.

Normele dau limitele maxime şi de aceea orice scădere se găseşte în zona economică. Creşterea investiţiilor în liniile de transport, se compensează prin micşorarea pierderilor de putere şi energie în limite acceptabile.

E. 880 *v.n.*

Hidroenergetica

Mijloace tehnice pentru reducerea oscilaţiilor de nivel la centrale hidroelectrice fluviale. M. H i r t şi K. W i e d l e r, Schweizerische Bauzeitung nr. **22** (1957), pag. 327 — 332, 13 fig.

621.311.21.004

În cazul unei scăderi bruşte de sarcină la o centrală hidroelectrică fluvială, se înregistrează o puternică creştere a nivelului apei în bieful amonte şi în mod asemănător o scădere a nivelului apei în bieful aval. Aceste oscilaţii de nivel reprezintă un pericol serios pentru navigaţie.

Pentru a obţine variaţii minime de debit în cazul unei declanşări bruşte a generatorului din sistemul energetic se folosesc rezistenţe cu apă, capabile să preia instantaneu toată sarcina electrică. Rezistenţele cu apă nu sînt eficace atunci cînd apare o avarie chiar în generator.

Folosirea unor dispozitive speciale de descărcare a apei, amenajate lîngă carcasa spirală a turbinei nu a dat rezultatele aşteptate, datorită problemelor dificile de automatizare pe care le pun.

În ultima vreme s-au folosit din ce în ce mai mult dispozitivele de deschidere rapidă a stavilelor barajului, pentru descărcarea apei prin deversare. Deoarece deschiderea stavilelor durează mult mai mult decît închiderea aparatului director al turbinei, oscilaţiile de nivel au putut fi reduse numai în mică măsură.

Pentru ameliorarea acestei deficienţe s-a introdus de curînd un dispozitiv special de închidere automată a aparatului director al turbinei Kaplan (folosită în general la centrale hidroelectrice fluviale). În cazul unei declanşări bruşte a generatorului din sistemul energetic, acest dispozitiv nou realizează închiderea turbinei în două faze:

Faza 1. Palele statorului se rotesc, reducînd secţiunea de intrare a apei în aparatul director de la 100 % la 60 %. Palele rotorice rămîn aproximativ în poziţia iniţială. Debitul se reduce numai cu cca. 20 %, viteza de rotaţie a turbinei creşte cu cca. 40 %, la sarcina $P = 0$.

Faza 2. Palele statorului continuă să se închidă pînă cînd secţiunea de intrare a apei se reduce la cca 10 %. Palele rotorice reduc secţiunea de intrare a apei de la 100 % la 0. Debitul scade pînă la 10 % din debitul instalat, viteza de rotaţie revine la valoarea nominală, la sarcina $P = 0$.

Faţă de durata de închidere obişnuită a aparatului director de 10 secunde, noul dispozitiv realizează închiderea în cca. 80 secunde. În acest timp se deschid şi stavilele barajului, iar debitul deversat creşte aproximativ în măsura în care se reduce debitul trecut prin turbină. În felul acesta se poate realiza o reducere bruscă a sarcinii de la 100 % la 0 fără ca regimul de scurgere, deci şi nivelul apei în biefurile amonte şi aval să sufere variaţii mari.

În prezent noul dispozitiv de închidere automată a turbinelor a fost introdus la următoarele centrale hidroelectrice mari: Braunau pe Inn, Jochenstein pe Dunăre, Rheinau, Rhyburg-Schwörstadt şi Birsfelden pe Rin. El a dat rezultate foarte bune.

E 881 *i.f.*

Centrala hidroelectrică Ircutsc. U m a n s c h i Z. B., F e d o t o v I. N. şi C i a l i d z e M. I. Electricestvo, nr. **5** (1957), pag. 1—6.

621.311.22

În decembrie 1956, a intrat în funcţiune prima centrală hidroelectrică din cataractele fluviului Angara.

După proiectul tehnic, costul de producţie al unei kWh este 0,85 copeici, adică de trei ori mai mic decît costul energiei la centralele hidroelectrice Kuibîşev, Stalingrad etc. Barajul cu o înălţime de 44 m este din pămînt.

În ceea ce priveşte schema electrică, generatoarele grupate cîte două, s-au conectat la un transformator. Staţia de 110 kV este executată cu dublul sistem de bare şi by-pas pentru revizii şi reparaţii la care transformatoarele şi liniile se conectează printr-un întreruptor. Pentru tensiunea de 220 kV s-a folosit, de asemenea, schema cu sistem dublu de bare. Două grupe de generatoare sînt conectate la cîte un transformator 110/13,8 kV, iar două grupe la cîte un autotransformator de 220/110/13,8 kV.

Schema serviciilor auxiliare este construită pe principiul alimentării auxiliarelor fiecărui grup de la transformatoare independente de 6/0,4 kV, 560 kVA. Aceste transformatoare la rîndul lor, se alimentează de la două transformatoare de 13,8/6,3 kV, 3 200 kVA.

Centrala hidroelectrică Ircutsc este deplin automatizată. Personalul se găseşte numai în camera de comandă. De la punctul central de dispeceri se face telemăsura principalelor mărimi electrice.

E 882 *v.n.*

Energetica nucleară

Centrala atomoelectrică Shippingport în funcţiune. Atomwirtsch. vol. **3** (1958), nr. 1, pag. 34—35

621.311.25 622.039

La 23 decembrie 1957 centrala atomoelectrică Shippingport a atins plina sa putere electrică de 68 MW, debitînd 60 MW în reţeaua generală, 8 MW fiind consumaţi pentru serviciile interne. Actualmente acest reactor este cel mai mare reactor în funcţiune, cei de la CalderHall avînd fiecare numai cîte 46 MW.

Construcţia CAE a început la 6 sept. 1954, termenul iniţial de punere în funcţiune fiind iulie 1957.

Costul total se cifrează la 110 mil. dolari din care : 42 mil. lucrări de cercetare, 55 mil. pentru instalaţiile nucleare şi 13 mil. pentru restul instalaţiilor centralei. Din investiţiile totale, 92 mil. au fost suportate de guvern. Aprecierea iniţială a investiţiilor a fost cu 20 mil. dolari mai mică (38 mil. pentru partea nucleară şi 10 mil. pentru restul instalaţiilor).

Reactorul funcţionează cu uraniu natural, folosind apă sub presiunea de 140 at ca moderator şi agent de răcire. Patru circuite termice produc în schimbătoarele de căldură respective abur saturat de 42 at.

Întreprinderea de alimentare cu energie electrică Duquesne Light Co care va prelua pentru reţeaua sa energia electrică la preţul de 0,8 cents./kWh, a construit pe socoteala sa instalaţiile convenţionale ale CAE şi a contribuit cu 5 mil. dolari la partea nucleară.

E 883 *i.s.*

Reactor cu vaporizare cu autoreglare şi trecere forţată. L e y s e C. F.: Voprosî Iadernoi Energhetiki, nr. **3** (1957), pag. 28—34

621.039

Avantajele reactorului nuclear fierbător cu autoreglare şi trecere forţată în comparaţie cu cele ale reactorului fierbător „obişnuit" ca : simplitatea, gradul mare de folosire a combustibilului nuclear, posibilitatea de construire a reactoarelor cu puteri mari unitare etc, fac ca acesta să fie mai economic chiar pentru instalaţii energetice mici.

În asemenea reactoare apa trece în mod forţat prin zona activă într-un singur sens şi se transformă în abur.

În afară de CAE staţionare ele se pot folosi cu succes şi la instalaţii atomoenergetice mobile (în transport).

În articol se analizează schema reactorului fierbător cu autoreglare şi trecere forţată numai în linii mari.

Rezultatele concrete, care să stea la baza proiectării unor asemenea instalaţii urmează să fie obţinute în urma experimentării unui prototip.

E 884 *g.c.*

Programul cercetărilor Comisiei energiei atomice în legătură cu stabilirea limitelor de securitate în funcţionarea reactoarelor. G r a h a m R. H. şi B a i e r D. G.: Voprosî Iadernoi Energhetiki (1957), nr. 1, pag. 73—77.

621.029.004.24

Se prezintă metodele de încercare a reactoarelor nucleare în scopul asigurării unei exploatări fără pericol. În afară de încercarea propriu-zisă a reactoarelor sînt expuse şi instalaţiile de siguranţă, metodele de analiză a reacţiei dintre metalele topite şi apă şi autoaprinderea materialelor reactorului.

E. 885 *g.c.*

Dezvoltarea reactoarelor răcite cu gaze pentru producerea de energie electrică. M o o r e, R. V. Proc. Instn. electr. Engrs. vol. 104 (1957) Partea A, nr. 16, pag. 281—288, 6 fig. 7 tab., 8 ref. bibl.

621.311.25 : 621.039

Articolul prezintă o vedere de ansamblu asupra perspectivelor de dezvoltare a reactoarelor răcite cu gaze. Unităţi mari pot livra energie electrică la preţuri de concurenţă cu combustibilii clasici, însă există mari posibilităţi şi pentru realizarea de astfel de reactoare pentru instalaţii mici sau cu caracter special.

În special se relevă perspectivele aplicării unor temperaturi mai înalte ceea ce va mări atît debitul termic cedat de reactor cît şi randamentul termic al instalaţiei energetice. Pentru aceasta trebuie însă introduse noi materiale, dintre care cele mai adecuate par a fi uraniu sub formă de oxid sau carbid şi în legătură cu materiale ceramice.

E 886 *i.s.*

Reactorul experimental american EBWR a fost conectat la reţeaua generală. Combustion vol. **28** (1957), nr. 9, pag. 53—58

621.311 : 621.039

La 9 febr. 1957 reactorul experimental funcţionînd cu apă ce vaporizează (EBWR) a debitat întreaga sa putere electrică de 5 MW în reţeaua generală (SUA). Puterea termică a reactorului este de 20 MW. Reactorul va fi exploatat într-o primă etapă cu apă şi circulaţie naturală, urmînd ca mai tîrziu să se studieze influenţa circulaţiei forţate şi condiţiile trecerii la apă grea.

Acest tip de reactor are următoarele două avantaje faţă de reactorul obişnuit cu apă sub presiune : prin vaporizarea apei în însăşi recipientul reactorului se poate lucra cu o presiune mai mică la aceeaşi temperatură, respectiv în lipsa unui circuit secundar nivelul de temperatură al ciclului termic al turbinei poate fi ridicat şi mai mult.

Cu totul surprinzătoare a fost constatarea că numai 1/10 000 din radioactivitatea din apă trece în abur, ceea ce prezintă perspective deosebit de favorabile pentru rezolvarea problemei infectării turbinei.

E 887 *i.s.*

Construcţia de centrale atomoelectrice de 10 MW în Anglia. BWK vol. **10** (1958), nr. 2, pag. 95.

621.311.25 ? 621.039

După afirmaţia unei firme engleze care lucrează în colaborare cu o întreprindere din S.U.A. este posibil a se realiza acum o mică CAE de 10 MW, suficientă pentru încălzirea şi alimentarea cu energie electrică a unui oraş cu 20 000 de locuitori, la un cost de investiţie de 1,5 mil £. Costul energiei electrice furnizate de o astfel de centrală ar fi între 1 şi 1,5 d/kWh adică de ordinul de mărime al celui la centralele clasice. Ar exista însă posibilităţi de reducere în viitor.

O astfel de CAE urmează a fi inaugurată în curînd în S.U.A.

E 888 *i.s.*

Perspectivele energiei nucleare în R. F. Germană. M a c k e t h u n, W. A t o m u. S t r o m vol. **3** (1957), nr. 9, pag. 73—78, 4 fig., 2 tab.

621.311.25

Alimentarea R. F. Germane cu resurse energetice primare devine din ce în ce mai grea, dat fiind creşterea rapidă a consumului. Actualmente sînt deja necesare importuri importante. Deşi acestea nu sînt legate acum de greutăţi din punctul de vedere al devizelor, totuşi trebuie ţinut seama de nesiguranţa unei astfel de dependenţe de străinătate.

De aceea trebuie să se cerceteze îndeaproape perspectivele folosirii energiei nucleare, fără ca aceasta să conducă la măsuri pripite, a căror necesitate nu este impusă de altfel de situaţia generală.

În acest spirit se trec în revistă proiectele federale şi cele ale întreprinderilor particulare, necesităţile de capital şi posibilităţile de finanţare, legislaţia atomică, problemele protecţiei şi asigurării, colaborarea internaţională, încheindu-se cu cuvintele ministrului federal pentru energia atomică care subliniază că în R.F. Germană nu se poate merge în această privinţă pe investiţii de prestigiu ci toate instalaţiile nucleare trebuie să fie rentabile sau să aibă asigurată cel puţin în dezvoltarea lor viitoare o bază economică.

E 889 *i.s.*

Prima CAE din Italia va fi realizată de Anglia. Nuclear Power, vol. **3** (1957), nr. 20, pag. 487.

621.311.25 ? 631.039

Conform unui plan de colaborare tehnică încheiat pe un termen de 7 ani între AGIP Nucleare (Italia) şi NPPC (Anglia) urmează a se construi în nordul Italiei prima CAE, avînd o putere de 200 MW.

Ca principiu şi dimensiuni reactorul proiectat, va fi similar cu unul din cele două reactoare aflate în construcţie la Bradwell (Anglia), însă puterea se va ridica de la 150 la 200 MW.

Amplasamentul cel mai probabil al acestei CAE va fi pe malul lacului Maggiore, apa acestuia fiind utilizată pentru răcire.

Costul total al lucrărilor va fi de 20—25 mil £ exclusiv combustibilul.

Din acest cost total, între 30 şi 50% este destinat pentru cumpărare de echipamente de specialitate (grafit, aparate de presiune şi control) din Anglia.

Timpul de realizare al centralei este estimat la 3 1/2—4 ani, adică se contează pe punerea în funcţiune în cursul anului 1961.

E. 890 *v.m.*

MŰSZAKI KÖNYVTÁR-ORSZ. 1955

СОДЕРЖАНИЕ

*** 1 Мая 1958., стр 197

S. Andrzejewski: **Перспективы развития электроэнергетического сектора в Польше.**

Учитывая состояние производства электроэнергии в Польше до 1957 г. автор рассматривает направления дальнейшего развития электроэнергетического сектора с точки зрения строительства теплоэлектроцентралей, мощностей и параметров основного оборудования, комплексного устройства и промышленности изготовляющей энергетическое оборудование.

Energetica VI, (1958) Nr. 5. стр. 198

N. Antonescu: **Паровой котел „Вуя". Тепловые и гидродинамические характеристики.**

На основе исследований проведенных над опытной установкой представляются тепловые и гидродинамические характеристики парового котла „Вуя". Также рассматривается с исторической точки зрения значение теплоэнергетического возрения Траяна Вуя, который по своим идеям и их осуществлению является выдающимся пионером современной теплоэнергетики.

Energetica VI, (1958) Nr. 5 стр. 202

P. Raşcu: **Строительство атомного реактора и циклоторона в институте атомной физики РНР.**

Представляются технические характеристики оборудования атомного реактора Румынского института атомной физики, мощностью в 2 Мгвт и циклотрона в 12,5 Мэв. Описывается расположение различных устройств и первые результаты полученные после ввода в действие.

Energetica VI, (1958) Nr. 5, стр. 208

L. Groza, G. Moraite и Am. Itoafă: **Определение опытным путем динамических явлений электрической сети и сравнение результатов со значениями рассчитанными способом графического анализа Димо.**

Анализируются опытным путем и теоретически с помощью графического анализа Димо, динамические явления в энергетической системе при малых импульсных мощностях, порядка 10% по сравнению с потребляемой мощностью. Получились точные результаты в отношении импульсов напряжения, периодов колебания и амплитуд колебания.

Energetica VI, (1958) Nr. 5. стр. 211

S. Ionescu и F. Manea: **Использование эквивалентного генератора для упрощения схемы электрических сетей в исследовании статической устойчивости.**

Показывается способ превращения разветвленной сети в радиальную сеть с отдельным потребителем, в целях изучения статистической устойчивости, используя эквивалентный генератор, в условии одинаковой циркуляции мощности и при одинаковой производной $\frac{dQ}{dU}$.

Energetica VI (1958) Nr. 5. стр. 220

ИЗ ОПЫТА ПРЕДПРИЯТИЙ

C. Dinulescu: **Сокращение пускового времени энергетических агрегатов в паровых теплоэлектроцентралях.**

Описывается метод ускоренного пуска котлов и турбин с высокими параметрами паровых теплоэлектроцентралей, указываются полученные результаты, приводятся отдельные примеры.

Energetica VI (1958) Nr. 5. стр 224

A. Filotti; **Гидроэнергетическое строительство в Болгарии.**

Представляется энергетическое положение Болгарии и указываются достижения последних лет. Даются описания и характеристики гидротехнических сооружений.

Energetica VI (1958) Nr. 5. стр 229

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСИТ, стр. 235
ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 237

INHALTSVERZEICHNIS

*** : 1. - Mai 1958, S. 197

S. Andrzejewski: **Energiewirtschaftliche Entwicklungsaussichten in Polen.**

Der Verfasser untersucht auf Grund der bisherigen Entwicklung die energiewirtschaftlichen Entwicklungslinien Polens. Es werden die neuen Verbrennungskraftanlagen erörtert, Leistungsgrössen und Eigenschaften des maschinentechnischen Teils, sowie organisatorische Richtlinien der Gesamtplanung von Kraftwerken und der Kraftmaschinenbauindustrie.

Energetica VI (1958) H.5, S. 198

N. Antonescu: **Der Vuia - Kessel und seine wärmetechnischen und hydrodynamischen Merkmale.**

Auf Grund der mit einem Versuchsmodell gemachten Untersuchungen werden die wärmetechnischen und hydrodynamischen Eigenschaften des Vuia - Kessels beschrieben. Im Rahmen einer geschichtlichen Würdigung der von Trajan Vuia vertretenen wärmewirtschaftlichen Auffassung, erscheint dieser als einer der grossen Vorläufer der modernen Wärmewirtschaft.

Energetica VI (1958) H.5, S. 202

P. Rascu: **Die Errichtung eines Kernreaktors und eines Zyklotrons im Kernphisikalischen Institut der R.V.R.**

Der im Rahmen des Kernphysikalischen Instituts der Rumänischen Akademie erbaute Kernreaktor von 2 MW sowie der 12,5 MeV-Zyklotron werden technisch beschrieben. Es werden die räumliche Gesamtdisposition dieser Anlagen und die ersten seit ihrer Inbetriebsetzung erzielten Ergebnisse erörtert.

Energetica VI (1958) H. 5, S. 208

L. Groza, G. Moraite und Am. Itoafă: **Versuchsweise Feststellung des Verhaltens eines elektrischen Netzes bei dynamischen Vorgängen und Vergleich der Ergebnisse mit den anhand des graphischen Analyseverfahrens von Dimo errechneten Werten.**

Anhand des von Dimo erfundenen graphischen Analyseverfahrens wird das Verhalten eines elektrischen Netzes bei geringen Stromstössen, in der Grössenordnung von 10% der verbrauchten Leistung, experimentell und theoretisch untersucht. Die genauen Messwerte bezüglich Spannungssprünge, Schwingungsperioden und - amplitüden werden erörtert.

Energetica VI (1958) H.5, S. 211

S. Ionescu und F. Manea: **Vereinfachung des Netzbildes bei Stabilitätsberechnungen mittels eines equivalenten Generators.**

Reduzierung eines Strahlennetzes bei statischen Stabilitätberechnungen zu einem Netz mit einem einzigen Verbraucher, durch Inbetrachtziehung eines equivalenten Generators. Die Methode wird mit einem Zahlenbeispiel illustriert.

Energetica, VI (1058) H. 5, S. 220

BETRIEBSERFAHRUNGEN

C. Dinulescu: **Herabsetzung der Anfahrzeit von Dampfkraftanlagen.**

Beschreibung einer Methode für schnelles Anfahren der Kesse und Turbinen von Dampfkraftanlagen mit hohen Dampfzuständen. Die erzielten Ergebnisse werden anhand einiger Beispiele erörtert.

Energetica VI (1958) H.5, S. 224

A. Filotti: **Wasserkraftanlagen in Bulgarien**

Im Rahmen einer energiewirtschaftlichen Betrachtung Bulgariens werden die in den letzen Jahren gebauten Kraftanlagen beschrieben. Die bedeutendsten Wasserkraftwerke werden auf ihre technischen Eigenschaften hin untersucht.

Energetica VI (1958) H.5, S. 229

ASIT—BERICHTE, S. 235
DOKUMENTATION, S. 237

SOMMAIRE

*** : **1 - er Mai 1958**, p. 197

S. Andrzejewski. **Les perspectives du développement de l'énergie électrique dans la Pologne**

En partant du développement préliminé jusqu'en 1957 de la production d'énergie électrique en Pologne, l'auteur examine les directives de ce développement du point de vue de la construction de centrales thermoélectriques, des puissances unitaires et des paramètres de l'équipement principal, de la conception de l'ensemble des centrales et de l'industrie d'équipement energétique.
Energetica VI (1958) No. 5, p. 198

N. Antonescu : **La chaudière „Vuia". Caractéristiques thermiques et hydrodynamiques**

A base des résultats de recherches entreprises avec un prototype expérimental de chaudière Vuia, l'auteur en expose les caractéristiques thermiques et hydrodynamiques. Il analyse également du point de vue historique l'importance de la conception thermo-énergétique de Trajan Vuia qui, etant donné ses idées et ses réalisations, est un des grands pionniers de la thermoénergétique moderne.
Energetica VI (1958) No. 5, p. 202

P. Rașcu : **La construction du réacteur nucléaire et du cyclotrone de l'Institut de Physique Atomique de la République Populaire Roumaine**

L'article présente dans une forme unitaire les caractéristiques des installations du réacteur nucléaire de 2 MW et du cyclotrone de 12,5 MeV de l'Institut de Physique Atomique de l'Academie Roumaine et en décrit la disposition spatiale ainsi que les premiers résultats obtenus après leur mise en fonction.
Energetica VI (1958) No. 5, p. 208

L. Groza, G. Moraite et Am. Itoafă : **La détermination par des essais du comportement aux phénomènes dynamiques d'un réseau électrique et la comparaison des résultats avec les valeurs calculées par le procédé de l'analyse graphique Dimo**

Les auteurs ont examiné, expérimentalement et théoriquement a l'aide de l'analyse graphique Dimo, le comportement d'un système électrique aux chocs de puissance de l'ordre de 10% de la puissance consommée et ils ont trouvé des valeurs exactes en ce qui concerne les sauts de tension, les périodes d'oscillation et leurs amplitudes.
Energetica, VI (1958) No. 5, p. 211

S. Ionescu et F. Manea : **L'emploi d'un générateur équivalent pour simplifier le schéma des réseaux électriques dans l'étude de la stabilité statique**

En vue de l'étude de la stabilité statique, les auteurs montrent la manière de réduire un réseau arborescent à un réseau à consommateur unique (radial), en utilisant un générateur équivalent, les conditions de la circulation des puissances et de l'identité de la dérivée dQ/dU étant les mêmes. Un exemple de calcul illustre la méthode.
Energetica, VI (1958), No 5. 220

DE L'EXPERIENCE DES ENTREPRISES

C. Dinulescu: **La réduction du temps de démarrage des agrégats dans les centrales thermoélectriques à vapeur**

L'auteur décrit la méthode rapide de démarrage des chaudières et des turbines á paramètres élevés des centrales thermoélectriques à vapeur et à l'appui de quelques exemples il relève les résultats obtenus.
Energetica, VI (1958) No. 5, p. 224

A. Filotti : **Constructions hydroénergétiques dans la Bulgarie**

A l'appui des réalisations des dernières années, l'auteur expose la situation énergétique en Bulgarie et donne la description et les caractéristiques des principaux aménagements hydrotechniques construits.
Energetica, VI (1958) No. 5, p. 229

DE L'ACTIVITÈ DE L'A.S.I.T., p. 235
DOCUMENTATION, p. 237

CONTENTS

*** : **1 - st of May 1958**, p. 197

S. Andrzejewski: **Prospects of electric energy development in Poland**

Proceeding from the anticipated development of the electric energy production in Poland until 1957, the author examines the trend of this development from the point of vue of thermoelectrical powerplants construction, unitary capacities and parameters of the main equipment, the overall powerplants conception and power equipment industry.
Energetica, VI (1958) No. 5, p. 198

N. Antonescu: **The Vuia boiler. Its thermical and hydrodynamical features**

On the basis of the results of the researches undertaken with an experimental prototype, the author exposes the thermical and hydrodynamical features of the Vuia boiler. He also analyzes from the historical point of view the importance of the thermoenergetic conception of Traian Vuia who, due to his ideas and realizations, ranges among the great pioneers of modern thermoenergetics.
Energetica, VI (1958) No. 5, p. 202

P. Rascu: **The construction of a nuclear reactor and a cyclotron in the Institute for Atomic Physics of Roumania**

The author presents unitarily the technical characteristics of the installations concerning the 2 MW nuclear reactor and the 12,5 MeV cyclotron of the roumanian Institute of Atomic Physics. He also describes the spacial position of these installations and the first results obtained since they are under operation.
Energetica, VI (1958) No. 5, p. 208

L. Groza, G. Moraite and Am. Itoafa: **Determination by trials of the comportance of an electrical network towards dynamical phenomena and comparison of the results obtained with the computed values by means of the graphical analysis Dimo**

By means of the graphical analysis Dimo, the authors have examined both experimentally and theoretically the comportance of an energetic system in case of small power shocks not exceeding 10% of the consumed power, obtaining exact values as regards voltage leaps, periods of oscillations and their amplitude.
Energetica, VI (1958) No. 5 p. 211

S. Ionescu and F. Manea : **The use of a equivalent generator for simplifying the scheme electric networks when studying the static stability**

In order to study the static stability, the authors explain the way to reduce an arborescent system to a system with a singe customer (radial), by using an equivalent generator, the conditions of power circulation and identity of the derivation dQ/dU being the same. An example illustrates the method.
Energetica, VI (1958) No. 5, p. 220

MANAGING EXPERIENCE

C. Dinulescu : **Reduction of starting time of steam aggregates in thermoelectrical powerplants with steam feeding**

The author describes the method of starting rapidly boilers and turbines with high parameters in thermoelectrical powerplants with steam feeding und quoting some examples emphazises the obtained results.
Energetica, VI (1958) No. 5. p. 224

A. Filotti: **Hydroenergetic constructions in Bulgaria**

The paper deals with the power situation in Bulgaria and indicates the realizations performed during the lest years, giving the main features of the constructed hydrotechnical developments.
Energetica, VI (1958) No. 5, p. 229

THE ACTIVITY OF A.S.I.T., p. 235
DOCUMENTATION, p. 237

DICȚIONARUL POLITEHNIC

Editura Tehnică, București (1957) 768 pagini, lei 70.

Editura Tehnică și-a luat ca sarcină să scoată o nouă lucrare, menită să vină în sprijinul tehnicienilor din țara noastră și să ajute la ridicarea nivelului tehnic al tinerilor cadre, oferindu-le un bogat material informativ.

Este vorba de *„Dicționarul Politehnic"*, elaborat de un colectiv de autori, format din ing. Zissu Karniol, ing. Carol Neumann și prof. Radu Țițeica.

Dicționarul Politehnic este un dicționar enciclopedic într-un singur volum, cuprinzînd în articolele sale noțiuni din toate domeniile tehnicii, ale științelor aplicate și ale economiei tehnice, împreună cu o prezentare scurtă a proceselor tehnologice și a domeniilor de folosință în industrie a produselor. El constituie, ca temă, o reluare a vechilor dicționare explicative apărute mai de mult la Editura Tehnică, cum sînt „Micul Dicționar Tehnic" și „Dicționarul Tehnic", fără să poată fi însă considerat cu o reeditare a acestora. În adevăr, „Micul Dicționar Tehnic" și „Dicționarul Tehnic" — apărute în 1950, respectiv în 1953, au constituit primele încercări de a pune la dispoziția unor pături cît mai largi de cititori interesați, o documentație pentru informarea strict științifică și în același timp rapidă, asupra conținutului termenilor științifici și tehnici. Însă cele două lucrări, nu numai că sînt de mult epuizate, dar cuprinsul lor a fost depășit, atît datorită faptului că știința și tehnica au rezolvat între timp importante probleme cît și faptului că în țara noastră s-au dezvoltat noi ramuri de producție.

În această situație „Dicționarul Politehnic" se prezintă ca o lucrare nouă, cu un număr mult mai mare de termeni, în special în domeniile: agricultură, construcții și materiale de construcții, fizică nucleară, automatizarea etc. Conținutul diferiților termeni din vechiul „Dicționar Tehnic" a fost extins și mult îmbunătățit, eliminîndu-se în mare parte, lipsurile și greșelile detectate în acea lucrare și ajungîndu-se totodată la un echilibru bun între numărul și volumul definițiilor din diferitele discipline. Definițiile și prezentarea sînt făcute, în general, la nivelul corespunzător învățămîntului mediu, tehnic sau teoretic. Termenii de largă circulație sînt prezentați la un nivel accesibil muncitorilor, iar termenii mai generali și abstracți de știință pozitivă, care nu intră în mod curent în preocupările tehnicienilor de nivel mediu, sînt tratați la nivel universitar. Materialul ilustrativ a fost, de asemenea, schimbat și împărțit, punîndu-se accentul pe desene în perspectivă și pe scheme funcționale, mai ușor accesibile. Un element inedit îl constituie introducerea, la sfîrșitul lucrării, a unei serii de note biografice ale celor mai importanți reprezentanți ai științei și tehnicii mondiale și ale oamenilor de știință din țara noastră.

Dicționarul Politehnic este o lucrare de mare importanță pentru toți cei care se preocupă de știință și tehnică și este, așa cum se prezintă, o lucrare de valoare, fapt confirmat de referatele preliminare, ca și de referatele diverșilor specialiști care au făcut controlul științific al dicționarului.

LE15

E2039

ENERGETICA

6

1958

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

1. *Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*
2. *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*
3. *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*
4. *Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.*
5. *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.*
6. *În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*
7. *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.*
8. *Citirea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*
9. *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.*
10. *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele ruseşti, romane, grecești, germane etc.*
11. *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.*
12. *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*
13. *Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.*
14. *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*
15. *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.*
16. *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.*

Revista „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. și al Ministerului Industriei Grele — Departamentul Energiei Electrice. — Redacția: București, Str. Ion Ghica nr. 3, Raionul Tudor Vladimirescu, Telefon: 3.07.30, 3.07.28 și 6.78.78. — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon 3.48.00. — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară, precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul Central A.S.I.T. 071012 D.O.C. — B.R.P.R. — Tarif Pentru întreprinderi: lei 96 anual. Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual. Prețul unui exemplar: lei 5. Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 3, București.

E 2035

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 6 IUNIE 1958

SUMAR

10 ani de la naționalizarea industriei energetice 245

C. F. Powel: Declarația Federației Mondiale a Oamenilor de Știință cu privire la armele nucleare 247

O declarație a profesorului Frédéric Joliot-Curie 247

L. Stanisavlievici: Spargeri de țevi în cazanele de abur de presiune înaltă 248

G. Singer, N. Pănoiu și *T. Niculescu:* Încercări experimentale de ardere a turbei pe un grătar în trepte 252

M. Zickman: Utilizarea condensatoarelor serie pentru mărirea capacității de transport a liniilor de foarte înaltă tensiune . . . 255

E. Arie și *P. Nicolae:* Comparație între diferite tipuri de scheme echivalente . . . 268

Tr. D. Săvulescu: Evaluarea consumului de combustibil pentru încălzirea clădirilor folosind metoda cu zile-grade 275

DIN EXPERIENȚA ÎNTREPRINDERILOR

A. Curelaru: Despre creșterea productivității muncii și reducerea personalului la centralele electrice 278

ENERGETICA PESTE HOTARE

D. Spiridon: Dinamica dezvoltării producției și a consumului de energie electrică în Elveția, pînă la sfîrșitul anului hidrografic 1955/1956 și prevederi de viitor . . . 282

DOCUMENTARE 285

RECENZII 292

COMITETUL DE REDACȚIE

Prof. ing. **I. D. Stăncescu** redactor responsabil, conf. ing. **C. Mihăileanu** redactor responsabil adjunct, ing. **N. Armencoiu**, conf. ing. **I. A. Badea**, prof. ing. **M. Bercovici**, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu**, ing. **V. Cozelciuc**, ing. **P. Dimo**, prof. ing. **C. Dinculescu**, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Herescu**, conf. ing. **N. Moldoveanu**, prof. ing. **C. Penescu**, ing. **P. Vicol**, prof. ing. **I. Vlădea**

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 6
IUNIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
OBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - OBMEHA

10 ani de la naționalizarea industriei energetice românești

La împlinirea a 10 ani de la data de cînd poporul nostru a intrat prin naționalizare în posesia principalelor mijloace de producție este indicat a trece în revistă aspectele sectorului economic electroenergetic al Romîniei de dinainte de naționalizare, greutățile ce trebuiau învinse, modul cum acestea au fost eliminate și rezultatele obținute pînă în prezent.

Nu se poate aborda problema industriei producătoare de energie electrică fără a o face dependentă de regimul legal, care a reglementat și dirijat și acest important sector economic pînă azi de la data de 11 iunie 1948.

Înainte de apariția primei legi a energiei din 1924, concesiunile pentru exploatarea centralelor electrice se acordau în conformitate cu art. 93 din legea pentru organizarea comunelor urbane din iulie 1894.

Legea energiei din anul 1924 a încercat să pună bazele unei politici energetice și să impună stabilirea unui program pentru producerea și distribuirea energiei electrice.

Fără a fi dat rezultate, legea din 1924 a fost înlocuită prin legea energiei din 1930, care a introdus o modificare a poliției energetice prin acordarea concesionării regionale a electrificărilor și suprimarea dispozițiunilor din legea anterior valabilă, care prevedea că forțele hidraulice nu se pot concesiona decît capitalului romînesc. În baza noii legi s-au acordat trei concesiuni regionale capitalurilor străine de diverse origini, care în conformitate cu caietele de sarcini respective trebuiau să instaleze: în regiunea Ardealului de est o putere pînă la 150 MW, din care nu s-au instalat din 1931 pînă în 1948 decît circa 6 MW; în regiunea Ardealului de vest o putere pînă la 250 MW, din care din 1932 pînă în 1948 nu s-a instalat nimic; în Ardealul central pînă la 300 MW, care de asemenea n-au fost instalați.

Tot în legătură cu producerea și distribuirea energiei electrice, au mai intervenit după 1930 și alte legi, din care citățm: legea administrativă din 1936, prin care s-a atribuit comunelor dreptul exclusiv de a produce, distribui, transmite, furniza și vinde energia electrică pe teritoriul lor; legea electrificărilor rurale din 1937, prin care s-a însărcinat cu rezolvarea acestei probleme Ministerul Lucrărilor Publice și Comunicațiilor; legea de organizare a exploatărilor comunale din 1938, prin care exploatările comunale tehnico-economice și în consecință și întreprinderile producătoare și distribuitoare de energie electrică au fost desprinse din legea administrativă și supuse dispozițiunilor noii legi care a introdus pentru prima oară în țara noastră o nouă formă de exploatare a drepturilor exclusive a comunelor, prin concentrarea în regii mixte intercomunale.

Sub imperiul acestor legi și în condițiile cunoscute sectorului electroenergetic din Romînia, s-a dezvoltat într-un ritm extrem de lent, producția de energie electrică a țării atingînd abia 1,13 TWh în 1938 și 1,5 TWh în 1948, ceea ce corespundea unei durate de utilizare a puterii instalate de 2 000—2 200 h/an.

Datorită felului cum concesionarii au înțeles să-și îndeplinească obligațiile, la naționalizare marea majoritate a instalațiilor au fost găsite într-o stare de completă degradare. În centrale, puterea disponibilă a grupurilor electrogene reprezenta de multe ori abia 50% din puterea instalată, atît din cauza stării de înaintată uzură a motoarelor primare, cît și din cauza funcționării cazanelor la parametri necorespunzători sau din cauza insuficienței puterii instalate în cazane.

Situația instalațiilor din rețea era de asemenea nesatisfăcătoare. Capacitatea de transport a liniilor era micșorată din cauza tensiunilor prea mici de transport și distribuție, a secțiunii reduse a conductelor sau a strangulărilor în stațiile de transformare. Protecția liniilor contra supratensiunilor atmosferice era aproape inexistentă. Energia electrică trebuia furnizată fără întrerupere ziua și noaptea. În realitate însă ea era furnizată cu unele excepții, cu întreruperi accidentale în funcție de avarii și cu întreruperi ordonate, atunci cînd nu puteau fi acoperite vîrfurile de sarcină, alimentarea cu energie a sectoarelor de rețele făcîndu-se adesea prin rotație.

Imediat după naționalizare, centralele răzlețe au fost grupate în organizații regionale. Pentru a se putea folosi rezervele de putere, atît cît permiteau condițiile tehnice din acel moment, au fost realizate linii de legătură între ele. Unele unități producătoare de energie electrică, insuficient folosite, au fost transferate în alte locuri unde puteau satisface nevoi urgente.

Supravegherea continuă și sistematică a rețelelor și reparația unităților din centrale au mărit simțitor puterea disponibilă, dînd la iveală și posibilități de a folosi, într-o măsură mai largă, instalațiile și mașinile existente, ceea ce a îngăduit ca cererile de energie să fie satisfăcute în majoritatea cazurilor, iar producția de energie să crească.

In urma aprobării planului de electrificare a țării în cursul anului 1952 și în anii care au urmat, au început a fi puse în funcțiune noile centrale termoelectrice astăzi atît de cunoscute tuturor energeticienilor, CTE, care dispun azi de puteri instalate de: 120 MW la Doicești, 150 MW la Sîngiorgiu, 36 MW la Ovidiu, 24 MW la Comănești, 100 MW la Paroșeni și 50 MW la Borzești, apoi centralele hidroelectrice Moroieni și Sadu V de cîte 15 MW. De asemenea, a început construcția marei centrale hidroelectrice V. I. Lenin, a cărei putere va fi de 210 MW.

În cursul acestor 10 ani de la naționalizare, în vederea ridicării puterii disponibile a centralelor existente cît mai aproape de valoarea puterii instalate, în afară de efectuarea reparațiilor capitale necesare, au trebuit instalate cazane ce lipseau, cum a fost de exemplu cazul la centralele Cîmpina, Florești, Schitu Golești, Tîrnăveni etc. De asemenea pentru a putea face față cererilor de energie urgente, au fost instalate noi grupuri electrogene în unele centrale vechi cum sînt: Orașul Stalin, Gura Barza, Arad, Brăila, Craiova, Oradea, Botoșani etc.; au fost instalate noi centrale provizorii cu motoare Diesel în diverse regiuni ale țării, cum a fost la Ovidiu I, Bicaz, Turda, Timișoara etc.

Simultan cu repararea, completarea și extinderea vechilor centrale și instalarea acelora noi, au fost completate și extinse liniile de transport și distribuție de înaltă și joasă tensiune în tot cuprinsul țării. În anul 1948 liniile de transport de 110 kV se reduceau la legătura dintre centralele Dobrești și Grozăvești, restul transportului făcîndu-se în Muntenia, pe porțiuni limitate, pe linii de 60, 35, 25, 15 și 10 kV, în Ardeal pe cîteva linii de 60, 35, 15 și 10 kV, în timp ce în regiunile Moldova, Dobrogea, Oltenia și estul Munteniei nu existau linii de transport de înaltă tensiune, ci cel mult linii de distribuție pînă la 6 kV. În cei 10 ani de la naționalizare au fost interconectate pe 110 kV o mare parte din centralele electrice, formîndu-se sisteme energetice importante, cum sînt sistemul Muntenia, sistemul Ardeal, sistemul Moldova. Ulterior au fost interconectate sistemele energetice Muntenia — Ardeal — Timișoara — Reșița, Moldova — Bicaz — Galați și este în curs de interconectare sistemul Moldova cu Muntenia, organizîndu-se comanda prin dispecer,după metodele și experiența sovietică.

Pentru realizarea acestor mari și importante lucrări, încă din anul 1949 a fost creat Institutul de Studii și Proiectări Energetice (ISPE), care a studiat și proiectat toate instalațiile energetice ale Departamentului Energiei Electrice, cît și ale altor departamente și ministere, care produc sau utilizează energie electrică în scopuri industriale, agricole sau sociale. De asemenea a fost creat Trustul de Construcții și Montaje Energetice, care a construit și montat noile instalații energetice ale țării.

În anul 1954 a fost creată Inspecția Energetică, care coordonează problemele energetice ale autoproducătorilor de energie electrică și normează consumul de energie electrică în scopuri industriale, contribuind în mod permanent la propășirea energeticii în țara noastră.

Ca urmare a lucrărilor noi executate și a activității depuse, rezultatele obținute de energetica românească din 1948 pînă în prezent sînt caracterizate în primul rînd prin creșterea puterii intsalate în centralele electrice de la 730 MW în 1948 la circa 1 500 MW în 1958, deci dublarea în 10 ani a puterii instalate, cum și prin creșterea energiei produse de la 1,5 TWh în 1948 la circa 6 TWh în 1958.

Cu toată această creștere impresionantă a producției de energie electrică, cu cele 340 kWh pe cap de locuitor, țara noastră se găsește la un nivel destul de redus în comparație cu nivelul din multe alte țări. De aceea, este de așteptat o perioadă de creștere masivă a producției și în anii ce vin. Cu experiența dobîndită, cu cadrele formate și cele noi, industria noastră energetică va putea face față cu succes sarcinilor ce-i revin în cadrul dezvoltării industriei și agriculturii în țara noastră, cum și pentru ridicarea nivelului de trai al poporului nostru.

Declarația Federației Mondiale a Oamenilor de Știință cu privire la armele nucleare

De mai mulți ani Federația Mondială a Oamenilor de Știință a atras atenția asupra primejdiilor pe care le au în față generația noastră și generațiile viitoare, în urma exploziilor experimentale cu arme nucleare.

Mărimea acestor riscuri nu poate fi, nici chiar astăzi, evaluată cu precizie, dar mulți specialiști competenți le consideră ca foarte grave.

Față de aceste primejdii, Federația Mondială a repetat cu stăruință că este necesară încheierea unui acord internațional pentru încetarea exploziilor experimentale, acord a cărui violare clandestină ar deveni imposibilă prin adoptarea unui sistem adecvat de control. O astfel de măsură este nu numai de importanță vitală pentru sănătatea unui foarte mare număr de ființe din lumea întreagă, dar ea ar constitui de asemenea prima etapă, atît de necesară, către restabilirea încrederii reciproce între marile puteri.

Acuma este bine stabilit, de pildă, că un sistem de control relativ modest, care ar dispune de posturi la distanțe de 800 km între ele, ar face aproape sigură detectarea unor explozii experimentale chiar atît de slabe ca cele corespunzînd la 1 000 tone de T.N.T. *) Un astfel de sistem ar impieta în cea mai mică măsură asupra suveranității statelor și stabilirea sa a fost deja în principiu acceptată de către puterile reprezentate în fosta comisie de dezarmare a Organizației Națiunilor Unite. Punerea sa în funcțiune ar furniza o experiență folositoare pentru organizarea unui control mai larg care ar putea să constituie un element important al unui acord general de dezarmare.

Negocierea unui acord internațional pentru încetarea exploziilor experimentale ar putea să prevină marile primejdii pentru pacea mondială care ar decurge din extinderea fără restricții a armelor nucleare la alte țări, chiar dintre cele mici. Ea ar putea stăvili actuala cursă a înarmărilor — care absoarbe aproape jumătate din mijloacele tehnice și științifice ale lumii — și ar împiedica-o să devoreze o proporție și mai mare din tezaurele statelor. Aceasta ar facilita prin urmare folosirea unor mari mijloace pentru construcția pașnică spre cel mai mare folos al tuturor popoarelor.

Este un fapt bine cunoscut că încetarea exploziilor experimentale cu arme nucleare a constituit timp de mai mulți ani un important subiect de tratative în sînul Subcomitetului pentru dezarmare al Națiunilor Unite, fără însă să se ajungă la vreun acord.

Pentru motivele mai sus arătate, Federația Mondială a Oamenilor de Știință salută călduros hotărîrea guvernului Uniunii Sovietice de a suspenda exploziile nucleare experimentale. Ea cheamă cu insistență guvernele interesate să ia măsuri asemănătoare pentru suspendarea exploziilor experimentale și să stabilească pe cale de tratative un sistem eficace de control care să asigure respectarea acestei măsuri. Acesta ar constitui o primă etapă pe calea unui acord general pentru interzicerea tuturor armelor nucleare și ar înlătura cursa nebunească a înarmărilor, de asemenea aceasta va contribui într-o măsură importantă la o reglementare militară și politică generală acceptabilă pentru toate puterile, ceea ce va duce la o pace stabilă și trainică.

C. F. POWELL

Membru al Societății Regale, Laureat al Premiului Nobel, Președinte al Federației Mondiale a Oamenilor de Știință

*) trinitrotoluen.

O declarație a profesorului Frédéric Joliot-Curie

Hotărînd la 31 martie 1958 încetarea în mod unilateral a experiențelor nucleare, guvernul sovietic a făcut un act de înaltă umanitate și de o foarte mare importanță.

Exploziile nucleare efectuate la suprafața sau deasupra scoarței pămîntului răspîndesc în atmosferă elemente radioactive, dintre care radiostroniium-ul 90 și radiocesium-ul au o lungă durată a vieții și se fixează în plante, animale și în corpul omului. Exploziile nucleare succesive creează o acumulare de radioelemente dăunătoare și fac să atîrne asupra omenirii — chiar în timp de pace — o serioasă amenințare. Se detectează de pe acum, cu ajutorul aparatelor speciale de mare sensibilitate, unele din aceste radioelemente fixate în organismul oamenilor care trăiesc în regiuni chiar foarte îndepărtate de locurile unde au avut loc exploziile. Firește, acești produși radioactivi fixați în organismul nostru sînt în cantitate foarte redusă, iar dozele de radiații pe care le emit sînt încă inferioare celor pe care le tolerăm fără primejdii aparente. Dacă sînt îndoieli, întemeiate pe anumite argumente științifice, în ceea ce privește absența primejdiei din partea dozelor constante actualmente se poate totuși afirma că acestea vor deveni repede primejdioase dacă se va continua producerea exploziilor nucleare experimentale.

Se încearcă să se liniștească opinia publică recurgîndu-se la observațiile serviciilor de detectare a radioactivității atmosferei, al căror rol ar fi de a preveni populația în cazul în care primejdia ar deveni iminentă.

Produșii dăunători ai unei explozii nucleare nu se distribuie în mod uniform în întreaga atmosferă, ci formează mari dîre, adevărați nori invizibili, care se deplasează odată cu curenții de aer din jurul pămîntului. Astfel, precipitațiile radioactive pot fi local, și deseori foarte departe de locul exploziei, cu mult mai serioase și mai primejdioase decît lasă să se creadă calculele simpliste. Se poate de altfel face o oarecare analogie între funcționarea acestor servicii de detectare a radioactivității atmosferei și cea a serviciilor meteorologice. Fără să negăm marea utilitate a previziunilor meteorologice, știm cu toții că uneori natura dezminte aceste previziuni. Erorile de prevedere privind radioactivitatea vor fi imposibil de evitat, dar în acest caz ele vor avea consecințe foarte grave și ireparabile.

Hotărîrea sovietică a adus o mare ușurare și multe speranțe sutelor de milioane de oameni care trăiesc sub această amenințare de ani de zile și care sînt îngrijorați pentru copiii lor. Pe drept cuvînt le apare ușor realizabil ca Statele Unite și Marea Britanie să ia aceeași

(continuare în pag. 280)

621.187.004.64

Spargeri de ţevi în cazanele de abur de presiune înaltă

LOUIS STANISAVLIEVICI*) — Bucureşti

J. 15049/64
LEFORDITVA.

Analizînd o serie de avarii ale ţevilor de ecran, la un cazan de presiune înaltă, cu vaporizare în două trepte, se consideră drept cauză fenomenele locale de schimbarea scurgerii amestecului apă-abur. Acestea au provocat coroziuni datorite efectului chimic şi, poate, şi celui mecanic al aburului asupra metalului, cum şi coroziuni alcaline caracteristice.

La un cazan de 100 at, cu circulaţie naturală, cu vaporizare în două trepte, funcţionînd cu combustibil gazos, cam după doi ani de la punerea în funcţiune, s-a produs o primă spargere de ţeavă, la ecranul din fund (corespunzînd treptei curate), sub cotul de jos al festonului. Spargerea a avut caracter exploziv, din ţeavă desprinzîndu-se bucăţi de formă neregulată.

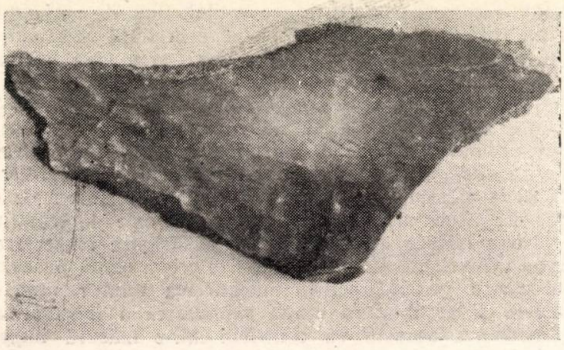


Fig. 1 Macrostructura părţii interioare a spărturii de ţeavă

Analiza macrografică a acestor bucăţi arată la una prezenţa unor fisuri adînci şi la alta a unei pierderi importante de material, apărînd ca denivelări largi şi adîncite, situate pe faţa interioară a spărturii (fig. 1).

Fisurile adînci s-au putut produce la ruperea şi la izbirea schijei; pierderile de material sînt anterioare spargerii, deoarece aceasta nu a fost precedată de o suflare.

Analiza chimică a metalului spărturilor, în comparaţie cu analiza chimică a materialului ţevii noi**), este redată în tabela 1. Trebuie remarcată prezenţa cromului şi a molibdenului, despre care analiza din paşaport nu pomeneşte nimic.

Din anumite date documentare, reiese că oţelul ţevilor de ecran de această calitate poate

Tabela 1

Analiza chimică a metalului spărturii şi a ţevii noi

	C	Mn	Si	P	S	Cr	Mo
a - Ţeavă nouă %	0,16	0,46	0,26	0,038	0,022	—	—
b - Spărtura %	0,12	0,50	0,17	0,027	0,028	1,18	0,10

*)Ing. *L. Stanisavlievici* este inginer chimist principal în Serviciul Tehnic din Direcţia Energiei M.I.G.

**) Din aşa-zisul „paşaport"

conţine şi cupru (Cu 0,2%). La metalul spărturii se observă o decarburare: ceilalţi componenţi sînt în limitele admise.

Analiza micrografică în secţiunea spărturilor fără atac a indicat prezenţa incluziunilor de oxizi, cu punctaj mai mare de 4,5 (conform STAS 1456—50) şi a fisurilor microscopice intercristaline (fig. 2).

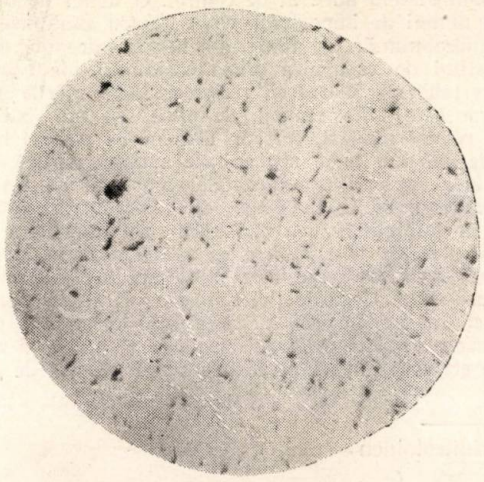


Fig. 2. Microstructura în secţiunea spărturii fără atac.

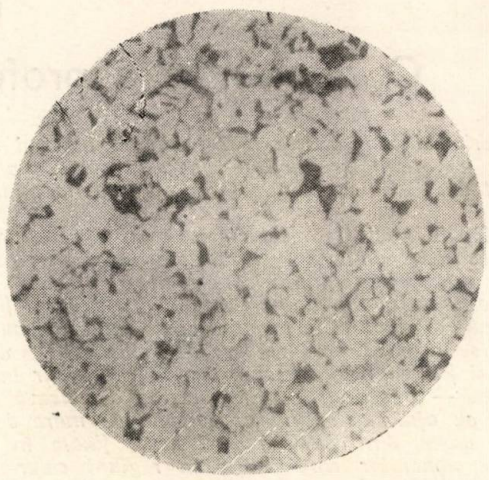


Fig. 3 Microstructura în secţiunea spărturii atac nital.

În proba atacată cu nital (fig. 3), se observă că parte din formaţiile perlitice prezintă aspectele caracteristice unui efect de supraîncălzire: structura Widmanstätten apare, însă este slab pronunţată.

În porţiunile neavariate, ţeava prezenta depuneri în interior de culoare brună, în grosime de circa 0,2 mm; stratul exterior era destul de moale, stratul interior era dur, aderent şi

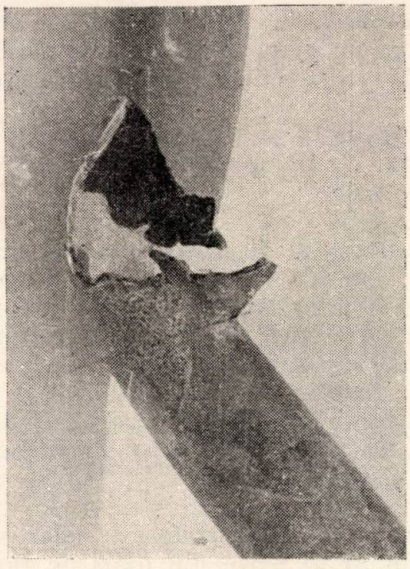


Fig. 4 Ţeavă spartă.

de culoare mai închisă. Analiza chimică a unei probe medii de depuneri a dat rezultatul următor:

Oxizi de fier (ca Fe_2O_3)	47,76 %
SiO_2	23,42 %
Ca	5,34 %
PO_4	20,73 %
SO_4	0,92 %
Cl (din cloruri)	0,12 %

La acelaşi cazan, s-a spart, un an mai tîrziu, o altă ţeavă a ecranului din spate, în regiunea cotului din mijloc. Spargerea a avut tot un caracter de rupere, desprinzîndu-se bucăţi de mărimea palmei (fig. 4).

Aspectul macrografic al spărturilor (fig. 5) este acelaşi ca al spărturilor descrise mai înainte; analiza executată a omis menţionarea existenţei adînciturilor, mărginindu-se a constata o decarburare a metalului C=0,10% .

În aceeaşi regiune a ecranului din spate—cotul inferior al festonului şi porţiunea dintre cele două coturi — au apărut consecutiv şi alte spargeri de ţevi, din care vom mai descrie una. Ţeava în cauză a prezentat două fisuri — una sub cotul inferior al festonului şi alta între cele două coturi — şi a fost înlocuită înainte de a se rupe. Analiza chimică a metalului în zona defectului a arătat o decarburare (C=0,12%); analiza micrografică a stabilit prezenţa fisurilor intercristaline, de 0,2—0,3 mm adîncime. Macrografic se observă adînciturі şi brazde, similare cu cele din fig. 1.

Depunerile din interiorul ţevii, în porţiunea neavariată, aveau următoarea constituţie chimică:

Oxizi de fier (ca Fe_2O_3)	49,40 %
SiO_2	1,95 %
Ca	5,52 %
PO_4	22,60 %
SO_4	lipsă
Alţi compuşi	20 %
Cu	prezent.

Trebuie remarcat faptul că analiza acestor depuneri a detectat prezenţa cuprului; analiza chimică a depunerilor din prima ţeavă avariată nu s-a ocupat de acest compus. În nămolul feruginos depus pe fundul tamburului mare, la extremităţi (în treptele saline) s-a găsit însă cupru. Din ambele analize reproduse aici, rezultă că partea principală a depunerilor este constituită din oxizi de fier, dintre care o parte prezintă proprietăţi magnetice.

În unele ţevi de ecran, corespunzînd treptei saline, s-au constatat la tăieri de probă depuneri şi coroziuni de natură punctiformă, extinse pe suprafeţe mai mari.

Regimul chimic al apei de alimentare (constituită din condensat şi distilat) era caracterizat, în această perioadă, prin următorii indici:

duritate	practic nulă
cloruri	1,5 —3 mg/l
oxigen	0,03—0,1 mg/l şi mai mult
*p*H	6,6—8,7.

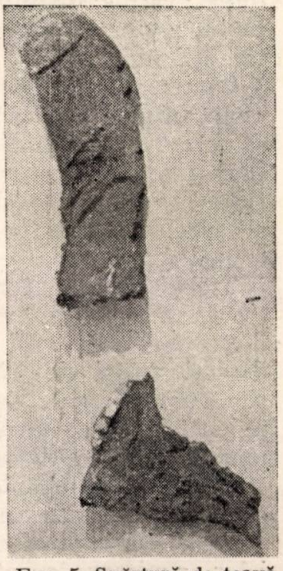


Fig. 5 Spărtură de ţeavă.

În cazul cînd apăreau infiltraţii de apă de răcire în condensatul turbinelor, duritatea apei de alimentare atingea valori pînă la 0,1° *d*. Aceste infiltraţii erau relativ frecvente; cînd ele apăreau, se intensifica controlul chimic al condensatului, se separa condensatorul defect şi se mărea adaosul de fosfat trisodic în tamburul cazanului.

Alcalinitatea apei de alimentare provine din condensatul turbinelor, care este alcalin, ca urmare a antrenărilor de săruri din cazan de către abur, deoarece tamburul mare al cazanului nu este înzestrat cu dispozitive de spălare de către apa de alimentare a aburului generat. Ulterior s-au luat măsuri pentru montarea unor asemenea dispozitive.

Din cauza unor anumite deficienţe de funcţionare a degazorilor, conţinutul în oxigen al apei de alimentare depăşea deseori (circa 50% din timp) valorile maxime prescrise, de 0,03 mg/l.

Înainte de prima spargere de țeavă, apa din cazan avea următoarele caracteristici medii :

	Treapta I	Treapta II
Alcalinitate (40 *p*)	10—30	50—250
SiO_2 mg/l	1—5	10— 30
Cloruri (Cl) mg/l	10—30	50—150
Fosfat (PO_4^{3-}) mg/l	8—10	

După prima avarie, indicii calitativi medii ai apei din cazan au fost următorii :

	Treapta I	Treapta II
Conținut în săruri mg/l	25—40	500—700
Alcalinitate (40 *p*)	8—30	80—300
SiO_2 mg/l	0,5—2	5—20
Cloruri (Cl) mg/l	3—10	40—100
Fosfat (PO_4^{3-}) mg/l	15—20	
*p*H	9,6—10,5	10,5—11,5

Acest regim s-a realizat printr-o atenție deosebită dată funcționării vaporizatorilor și prin evitarea intrărilor de apă de răcire în condensat, cum și prin mărirea, în oarecare măsură, a purjelor cazanului.

Alcalinitatea apei se realiza, chiar după prima avarie, prin adaos de hidroxid de sodiu ; după avariile întîmplate un an mai tîrziu, s-a impus regimul propus mai de mult — al „causticității nule".

Concentrația silicei a fost redusă pentru a evita antrenări de silice de către abur ; rezerva de fosfat a fost mărită, ca măsură de protecție împotriva frecventelor murdăriri ale condensatului de către apa de răcire, cu toate că prin aceasta se mărea concentrația totală în săruri a apei din cazan.

Trebuie remarcat raportul mare al concentrațiilor saline dintre treptele de vaporizare ; în medie, acesta este mai mare de 10, atingînd însă deseori valori de 15. Mărimea acestui raport și fluctuațiile sale depind numai într-o măsură redusă de deservirea corectă ; în cea mai mare parte el este condiționat de anumiți factori constructivi și de exploatare, pe care nu-i vom enumera aici, dar care, la aceste tipuri de cazane, își conjugă efectele. O intensificare a purjelor ar micșora acest raport ; măsura este însă neeconomică, deoarece valoarea actuală a purjelor întrece de peste cinci ori valoarea prevăzută în proiect.

Comparînd regimul chimic al apei din cazan cu indicii propuși pentru normare în 1956 [1], rezultă că în tot cursul exploatării concentrația în săruri a apei din cazan era cu mult sub acești indici (mai severi decît indicii prescriși în proiect), iar alcalinitatea și rezerva de fosfat corespundea acestor noi indici ; conținutul în silice, care se menținea pînă la prima avarie, se încadra în limitele prescrise în proiect, fiind deseori chiar sub aceste valori. Valorile adoptate de exploatare după prima avarie, pentru conținutul în silice din apa de cazan a celor două trepte de vaporizare, se încadrează în noile propuneri de norme.

La țevile de ecran, corespunzătoare compartimentelor saline, coroziunile punctiforme au aspectul caracteristic al coroziunilor datorite oxigenului din apa de alimentare. La sudurile unor țevi ale ecranului din fund, s-au mai constatat coroziuni localizate, de natură galvanică.

În ce privește spargerile de țevi ale ecranului din fund, constatările se pot rezuma după cum urmează :

— defecțiunile s-au localizat într-o zonă bine delimitată — regiunea festonului — în porțiunile vecine coturilor ;

— spargerile de țevi au avut caracter de rupere, cu smulgere de material sau de fisuri pronunțate ; avariile nu au fost precedate de cedarea lentă a materialului (burdușire) ;

— unele spărturi prezentau coroziuni locale, accentuate sub formă de șanțuri cu pierderi de material ; analiza chimică a indicat o decarburare a oțelului, iar analiza micrografică arată prezența fisurilor intercristaline cu incluziuni de oxizi de fier ;

— toate țevile aveau, în interior, depuneri tari, de 0,2 mm grosime, uniforme, aderente, constituite în mare parte din oxizi de fier, amestecați cu produse depuse de apa de cazan. Depunerile conțineau un procent însemnat de fosfați ; numai unele dintre ele conțineau silice și silicați în cantitate mai mare ;

— s-a constatat prezența cuprului în depuneri și în nămolul feruginos din tamburul mare ;

— materialul țevilor corespunde condițiilor de lucru, în ce privește domeniul de temperaturi la care este solicitat.

Considerăm că aceste coroziuni, cu un caracter diferit de cele întîlnite de regulă la cazanele de presiune înaltă, se datoresc următoarelor cauze :

1. În regiunea festonului, a ecranului din fund, s-a produs o modificare a regimului de scurgere în emulsie, care a avut ca urmare o separare a apei de abur în acele țevi. Factorul care a contribuit la această anomalie locală a scurgerii este conturul țevilor ecranului din fund în regiunea festonului, care prezintă două curbe întinse și o porțiune înclinată.

2. Această regiune a ecranului era puternic solicitată termic, fiind atinsă direct de flăcări.

3. În țevi existau depuneri aderente și compacte, formate fie din corodarea echipamentului termic din fața cazanului, datorită deficienței degazării, și din sărurile în soluție introduse cu apă de alimentare, fie din cauza neetanșeităților condensatoarelor turbinelor. Aceste depuneri, avînd prin constituția lor chimică și fizică un coeficient de conductivitate termică mai mare, nu au dus la supraîncălziri exagerate ale metalului, nici chiar în zonele de solicitare termică mare, astfel încît să provoace spargeri de țevi numai din această cauză.

În aceste condiții, țevile nu mai prezentau în interior o suprafață netedă, ci una rugoasă, ac-

centuată de asperităţile formate în locurile de sudură unde s-au constatat, prin tăieri de probă, coroziuni galvanice localizate.

Apa — în contact cu depunerile existente şi sub influenţa temperaturii, care în această zonă era mai mare decît în celelalte zone ale focarului — a putut da naştere la concentraţii mai mari de săruri; soluţia de hidroxid de sodiu, pătrunzînd prin porii şi interstiţiile depunerilor, la metalul ţevii, a atins acolo concentraţii mari (de ordinul 3%). Prezenţa depunerilor aderente şi sarcina termică mare au creat solicitările continue la întindere, interne, în metal, sub efectul cărora acţiunea soluţiilor calde şi concentrate de hidroxid de sodiu se manifestă tocmai sub forma de coroziuni alcaline.

4. Coroziunile alcaline au provocat decarburarea stratului superficial al metalului şi fisuri intercristaline. Reţeaua de fisuri s-a dezvoltat sub efectul oxizilor de fier rezultaţi din procesul de coroziune alcalin local; aceşti oxizi, avînd un volum mai mare decît al metalului din care au luat naştere, provoacă solicitări interne suplimentare, sub efectul cărora fisurile se lărgesc, se ramifică şi se dezvoltă chiar transcristalin.

În acest proces, deficienţa degazării apei de alimentare are numai un rol indirect, prin depunerile care iau naştere din produsele de coroziuni oxigenice.

5. Aburul, în contact cu peretele ţevii (în partea superioară a acesteia), poate avea atît un efect mecanic, cît şi unul chimic, amîndouă ducînd la acelaşi rezultat, şi anume la pierderi intense, locale, de material, sub formă de brazde, cratere etc.

Efectul chimic poate fi ilustrat în felul următor:

La temperaturi sub 570°C, metalul şi aburul reacţionează conform diagramei Chaudron:

$$3\,Fe + 4H_2O + 35{,}54\ kcal/mol \rightleftarrows Fe_3O_4 + 4\,H_2$$

Oxigenul prezent în apa de alimentare oxidează oxidul fero-feric format:

$$2Fe_3O_4 + 1/2\ O_2 \longrightarrow 3Fe_2O_3$$

Acest oxid feric are şi el proprietăţi magnetice, la fel cu oxidul fero-feric din care a luat naştere.

Oxidul feric, format din procesele de coroziune, este transformat, la aceste temperaturi, în Fe_3O_4, parţial sau total, după timpul de acţiune al aburului asupra lui:

$$3Fe_2O_3 + H_2 \longrightarrow 2Fe_3O_4 + H_2O + 5{,}40\ kcal/mol.$$

Oxigenul prezent în apă joacă şi aici un rol secundar.

6. Fragilizarea metalului de către fisurările intercristaline şi pierderile de material datorite acţiunii aburului au slăbit rezistenţa peretelui ţevii, care a cedat şi ţeava s-a spart. Metalul fiind fragilizat, spargerea a avut caracter de rupere sau de fisurare, nefiind precedată de o cedare lentă (burduşire).

Existenţa cuprului în depuneri şi în nămolul feruginos de pe fundul tamburului mare poate fi explicată fie prin acţiunea aburului asupra metalului ţevii (care conţine şi cupru), fie prin acţiunea condensatului — cînd acesta are reacţie alcalină — asupra ţevilor condensatoarelor sau a preîncălzitoarelor regenerative. În condiţiile date, acest cupru nu ia parte activă la procesele de coroziune din interiorul ţevilor, nici nu intensifică în vreun fel aceste procese.

Celelalte cazane din aceeaşi centrală, lucrînd în condiţii similare, în ce priveşte regimul chimic al apei şi solicitările termice, nu au prezentat pînă acum acest fel de coroziuni.

Evitarea avariilor de această natură se realizează eliminînd cauza primordială care le-a determinat, şi anume evitarea modificării regimului de emulsie. Aceasta necesită cercetări amănunţite ale condiţiilor specifice — probabil de natură constructivă a cazanului. Se mai impun apoi o serie de măsuri de exploatare, ca evitarea suprasolicitărilor termice locale, a coroziunilor datorite gazelor şi a depunerilor în ţevi.

Nu trebuie pierdut din vedere că, în domeniul presiunilor înalte, cazanele de abur, *oricare ar fi tipul lor constructiv*, sînt extrem de sensibile la orice dereglare a regimului chimic al apei. S-a amintit mai sus că s-au propus în 1956 norme mai severe pentru regimul chimic al apei la cazanele de presiune înaltă [2], inclusiv pentru cazanele cu vaporizare în trepte. Pe de altă parte, se impune tot mai mult necesitatea de a asigura puritatea aburului generat de către cazanele cu vaporizare în trepte, conjugînd cele două măsuri, aplicate la orice tip de cazane: ameliorarea calităţii apei de alimentare şi montarea unor dispozitive eficiente de separare şi de spălare a aburului. În acest scop, s-a propus, chiar pentru cazanele de presiune medie, renunţarea la vaporizarea în trepte [3]. Pentru presiuni înalte, vaporizarea în trepte îşi găseşte justificarea, după unii, numai în anumite cazuri speciale [4].

În concluzie, sîntem îndreptăţiţi a afirma că, în domeniul presiunilor înalte, preocupările privind regimul termic şi regimul chimic al apei trebuie să fie mult mai stăruitoare la cazanele cu construcţie complicată, în privinţa cărora pînă în prezent experienţa exploatării nu este încă concludentă.

Bibliografie

[1] Stanisavlievici L.: *Metode moderne de tratarea apei pentru cazane*, I. D. T., 1957, Bucureşti.

[2] * * *: *Propuneri în problema normelor de calcul pentru calitatea aburului şi a apei de cazan, la agregate de cazan*, Teploenerghetika, Moscova, nr. 8, 1956, p. 105—114.

[3] Semenovker I. E., Bessarab M. F.: *Funcţionarea cazanelor cu cicloane în interiorul tamburilor*, Teploenerghetika, Moscova, nr. 7, 1957, p. 26—29.

[4] Dolezal R.: *Vaporizarea în două trepte, la cazane de presiune înaltă.* Mitteilungen der Vereinigung der Grosskesselbesitzer, Düsseldorf, nr. 48. 1957, p. 165—170.

662 641 : 662.932

Incercări experimentale de ardere a turbei pe un grătar în trepte

GEORGE SINGER, NICOLAE PĂNOIU şi TRAIAN NICOLESCU*) Bucureşti

Se prezintă rezultatele obţinute la arderea turbei din R. P. R., pe o instalaţie experimentală în cadrul Institutului de Energetică al Academiei R. P. R., bazate pe un bogat material experimental. Se arată în concluzie ce măsuri trebuie avute în vedere la proiectarea focarelor noi, sau la trecerea unor focare existente la funcţionarea cu turbă.

În ţară se găsesc numeroase instalaţii de cazane mici şi mijlocii care au fost construite în trecut în vederea folosirii combustibililor solizi superiori. Astăzi politica energetică impune ca aceste cazane să treacă la folosirea combustibililor lignit şi turbă.

În cele ce urmează se redau rezultatele încercărilor efectuate în cadrul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R. cu o instalaţie de ardere experimentală.

Această instalaţie constă, pe lîngă un focar propriu-zis şi dintr-un cazan cu volum mare de apă, cu tub de flacără şi ţevi de fum — tip locomobil. Pentru a obţine regimuri variate de funcţionare, instalaţia este prevăzură cu preîncălzitor de aer, ventilatoare şi instalaţie de insuflarea aerului, precum şi aspirarea gazelor de ardere.

Focarul a fost echipat cu un grătar înclinat în trepte, format din două porţiuni înclinate şi un grătar de zgură plan (basculant). Totodată mai este prevăzut cu două bolţi mobile, una anterioară şi una posterioară. Aerul primar este insuflat sub cele trei zone ale grătarului de către două ventilatoare, unul de aer preîncălzit şi celălalt de aer rece. Prin reglarea cantitativă a amestecului de aer refulat de ventilatoare este posibilă reglarea temperaturii aerului insuflat.

Focarul este înzestrat şi cu o serie de dispozitive, care permit variaţia principalilor parametri ai arderii, pentru ca aceasta să se poată efectua în diverse condiţii. În funcţie de condiţiile arderii, încercările efectuate pot fi clasificate în patru grupe, şi anume :

— *Grupa A*, în care aerul de ardere a fost introdus în focar prin tiraj aspirat, iar toate zonele de insuflare au fost puse în comunicaţie cu atmosfera ;
— *Grupa B*, în care s-a insuflat aer cald sub zona *1* şi *2* ;
— *Grupa C*, în care s-a insuflat aer cald sub toate zonele ;
— *Grupa D*, în care s-a insuflat aer cald sub zona *2* şi *3*.

Aceste încercări au fost făcute în scopul determinării unui regim cît mai bun (economic) de ardere şi pentru a pune la îndemîna industriei datele indicate în această lucrare, care se consideră că pot servi ca date indicative pentru

*) Ing. *G. Singer* este cercetător principal în sectorul de ardere al Institutului de Energetică al Academiei R. P. R.
Ing. *N. Pănoiu* este şeful sectorului ardere din cadrul Institutului de Energetică al Academiei R. P. R.
Ing. *Tr. Nicolescu* este lector la Institutul Politehnic Bucureşti.

Tabela 1

		Unit. de măs.	Grupa B				Grupa C		Grupa D
			III	IV	V	VI	VII	VIII	IX
Temperat. aer insufl.		°C	122,6	134,2	130,0	133,0	152,5	143,3	139.3
Presiunea sub zone	*1*	mm CA	−0,66	2,57	2,16	1,00	7,25	6,66	6,30
	2	mm CA	2,00	3,28	2,08	2,30	9,00	8,00	9,00
	3	mm CA	0,33	2,12	0,92	1,00	8,50	7,60	9,66
Cons. orar combust.		kg/h	480,0	576,0	420,0	514,0	453,0	680,0	617,0
Încercarea grătarului	specif.	kg/m² h	155,3	186,5	136,0	166,3	146,3	220,0	200,0
	termică	10^3kcal/m²h	237	285	208	255	224	337	305
Încărc. termică spaţ. a focarului		10^3kcal/m³h	91,5	110.0	80,0	98,0	86,3	129,5	117,5
Temperat. în focar		°C	580	649	577	700	760	820	620
Exces aer în focar		%	1,75	1,92	2,19	1,84	1,28	1,38	2,45
Pierderile q_3		%	2,41	4,89	4,82	3,96	4,27	4,36	6,45
Pierderile q_4		%	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55	0,55
Randament focar		%	96,96	94,50	94,60	95,42	95,10	95,04	92,94
Grad de eficacitate		%	64,19	59,06	52,50	60,88	79,88	76,03	46,84

instalaţiile mici şi mijlocii cu grătare în trepte care au trecut, sau vor trece, la folosirea turbei.

În tabela 1, sînt prezentate condiţiile şi rezultatele obţinute în cazul încercărilor din grupele *B*, *C* şi *D*.

Turba cu care s-au efectuat încercările provine din exploatarea Mîndra-Făgăraş, livrată în calupuri de 180 × 180 × 90 mm. Mărimea minimă a bucăţilor introduse în focar a fost de 100 × 50 × 30 mm. Deşi turba s-a mai fărîmiţat în timpul operaţiilor de încărcare a focarului, procentajul de mărunt nu a depăşit limitele admise de literatura de specialitate, şi anume : (5 ÷ 1 — 12 + 1) [1].

Analiza turbei folosite este redată în tabela 2.

Tabela 2

analiza tehnică	Umiditate totală	w	%	57,04
	Cenuşă	a	%	6,12
	Materii volatile	M_v	%	23,04
	Sulf total	s_t	%	0,21
	Azot	n	%	0,67
analiza elementară	Carbon	c	%	21,25
	Hidrogen	h	%	2,62
	Sulf combustibil	s_c	%	0,07
	Oxigen + azot	$o+n$	%	12,90
	P_c superioară	P_{cs}	kcal/kg	2009
	P_c inferioară	P_c	kcal/kg	1525

La nici una dintre încercări, nu s-au întîmpinat greutăţi din punctul de vedere al aprinderii. În toate condiţiile de încercare, cînd s-a folosit insuflarea de aer, turba a ars în bune condiţii. Fără insuflare de aer, funcţionarea este practic imposibilă şi, ca atare, nu se recomandă ; s-a putut constata că, după un anumit număr de ore de funcţionare (13 — 14), cenuşa depusă pe treptele grătarului împiedică pătrunderea aerului de ardere, grătarul se înfundă şi focul nu mai poate fi menţinut, chiar dacă se măreşte depresiunea în focar. Din aceste motive se vor analiza numai rezultatele grupelor de încercări *B*, *C* şi *D*.

Încărcări specifice ale focarului şi grătarului

Încărcarea specifică maximă a grătarului, care s-a putut obţine, este de 220 kg/m²h, cea termică maximă este de 337 000 kcal/m²h iar cea spaţială a focarului a atins 129 000 kcal/m³h.

Pentru a avea o privire de ansamblu asupra rezultatelor obţinute în cadrul diverselor încercări, sînt redate în tabela 3 maximele şi mediile pe grupe de încercări, în comparaţie cu datele indicate în literatură.

Chiar dacă se ia în consideraţie conţinutul ridicat de apă al turbei cu care s-au efectuat încercările $w = 57{,}04\%$, faţă de conţinutul de apă $w = 40\%$ pentru care sînt alcătuite datele de referinţă din literatură, performanţele nu ating valori ca cele ale unui focar construit pentru turbă. Determinînd prin calcul puterea calorifică a combustibilului pentru $w = 40\%$, rezultă pentru turba folosită $P_{ci} = 2340$ kcal/kg. În această ipoteză, în cazul cel mai avantajos din cadrul grupei de încercări *C*, încărcarea termică specifică a grătarului ar creşte de la 337 000 kcal/m²h, la 515 000 kcal/m²h, iar cea spaţială de la 129 000 kcal/m³h la 193 500 kcal/m³h. Aceasta reprezintă 51,5%, respectiv 64,5% faţă de cele indicate.

Excesul de aer şi temperatura în focar

Excesul de aer a variat între 1,28% şi 2,45% faţă de 1,3% recomandat în literatură.

În cazul încercărilor din grupa *C*, excesul a variat între 1,28—1,38%. Se vede deci că, în cazul acestei grupe de încercări, excesul de aer se încadrează în limitele indicate. Nici în cazul celorlalte grupe de încercări excesele de aer nu au fost mari, variind în grupa *B* între 1,75 — 2,19%, iar în grupa *D* fiind de 2,45%.

Tabela 3

	Unit. măs.	Recomand. pt. turbă $w = 40\%$	Grupa *A*		Grupa *B*		Grupa *C*		Grupa *D*
			max.	med.	max.	med.	max.	med.	
Încărcarea specifică a grăt.	kg/m²h	400	116,5	113,7	186,5	161,2	220	183,15	200
Încărc. termică specif. a grăt.	kcal/m²h	1.000.000	178.000	174.000	285.000	246.250	337.000	280.500	305.000
Încărc. termică spaţ. a focar.	kcal/m³h	275.000—300.000	68 600	66800	110 000	94.875	129.500	107.900	117.500

Excesele de aer, în special cele din grupa *B* şi *D*, vor putea fi reduse în cazul unor instalaţii industriale. Facem această afirmaţie, bazaţi pe faptul că, faţă de o instalaţie industrială, instalaţia experimentală este prevăzută cu un număr mult mai mare de guri de vizitare şi de ochiuri de control, prin care aerul fals pătrunde cu uşurinţă.

În cursul tuturor experienţelor, s-a căutat a se obţine, pe lîngă un regim stabil de ardere şi încărcări mari ale grătarului. La nici una dintre încărcări nu au apărut fenomene de zgurificare, nici chiar în cazul unor temperaturi în focar care, dat fiind combustibilul utilizat, pot fi socotite ca ridicate.

În cazul insuflării de aer cald în toate zonele, temperaturile în focar (medii pe încercări) au variat între 760° ... 820°C ,temperatura maximă atinsă fiind de 940°C.

Deşi combustibilul a fost destul de ud, după cum am mai arătat, nu au apărut greutăţi la aprindere. La aceasta a contribuit pe lîngă temperatura din focar şi forma lui închisă, bolţile sale dezvoltate şi ecranarea lui foarte redusă.

Pierderi

Fiind vorba de un focar cu grătar fix, în trepte, alimentat intermitent, arderea variază în timp şi este determinată de periodicitatea încărcării. Aşa se explică şi arderea chimic imperfectă, indicată în bilanţ prin pierderile q_3.

Pentru cazul unor arderi asemănătoare celor din încercările efectuate, pierderile acestea sînt indicate :

$$q_3 = 2 - 3\% \quad [1] \text{ şi } [3]$$

În cazul încercărilor descrise, ele au variat între 2,41% şi 6,45%.

La grupa de încercări *C* la care, din punctul de vedere al încărcărilor, al excesului şi al temperaturilor, s-au obţinut cele mai bune rezultate, pierderile prin ardere chimic incompletă se cifrează la valoarea medie de 4,31% ; rezultatele sînt practic egale la fiecare încercare din această grupă.

S-au urmărit, de asemenea, pierderile prin ardere mecanic incompletă, q_4. Din cele patru componente ale acestor pierderi (în cazul arderii în strat a combustibilului) au putut fi determinate pierderile prin zgură — q_{4zg}, pierderile prin căzătură şi cenuşă — q_{4cdz} şi pierderile prin entalpia zgurii — $q_{4'}$. Pierderile prin antrenate nu au fost stabilite ; ele sînt însă neglijabile, dat fiind constituţia închisă a camerei focarului şi arderea în strat. Această observaţie s-a putut controla prin metoda verificării bilanţului materiei minerale.

Pierderile prin căzătură (formate de combustibilul ce cade sub grătar) sînt foarte mici şi practic se poate considera că nu depind nici de solicitarea termică şi nici de conţinutul de cenuşă al combustibilului. Ele sînt indicate 0,2% — 0,4% [1]. Din determinările efectuate în laborator au rezultat nearse în cenuşă şi căzătură, medie pe cele 3 zone, 6,75%, ceea ce conduce la $q_{4cdz} = 0{,}0565\%$, deci cu mult sub valorile uzuale. Pierderile de căldură prin ardere mecanic incompletă datorită zgurii şi cenuşii evacuate de pe grătarul basculant constituie elementele principale ale pierderilor q_4. Valoarea lor depinde de solicitarea termică a suprafeţei de ardere, de granulaţia şi conţinutul de cenuşă al combustibilului şi de sistemul de evacuare. Din măsurătorile efectuate a rezultat $q_{4zg} + q_{f'} = 0{,}288 + 0{,}205 = 0{,}493\%$,

Probele de laborator efectuate asupra unor mici bucăţi de zgură de pe partea înclinată şi plană a grătarului au dus la concluzia că acestea nu înglobează materie combustibilă.

Pentru pierderile q_4, a rezultat valoarea medie $q_4 = 0{,}55\%$, cifră redusă faţă de tratatele de specialitate [1] [2] şi [3], care indică valori de 2% şi chiar 3—4%.

Analizînd rezultatele obţinute, trebuie avut în vedere că pierderile q_4 cresc cu creşterea încărcării grătarului, pînă la o încărcare termică de ordinul 500 000 — 600 000 kcal/m²h după care creşterea este foarte mică. Totuşi chiar dacă s-ar realiza încărcări termice mai mari decît cele obţinute în încercările prezentate, nu este de aşteptat o creştere a pierderilor q_4 dincolo de limitele admise.

Randamente şi grade de eficacitate

Faţă de un randament de 95% cerut unor astfel de focare, cele obţinute se grupează în jurul acestei valori, variind între 92,9% şi 96,9%.

Pe grupe de încercări s-au obţinut valorile din tabela 4.

Tabela 4

Grupa de încerc.	*B*	*C*	*D*
η_f *mediu* %	95,352	95,067	92,941

Randamentele obţinute indică clar avantajul insuflării aerului preîncălzit în zona *I*, pentru a lua parte la uscarea combustibilului.

Pentru a avea o privire de ansamblu asupra fenomenului de ardere, s-au calculat la fiecare încercare gradele de eficacitate $\Omega = \eta_f \frac{V_{gat}}{V_{gar}}$ [4] obţinîndu-se apoi valoarea medie pe grupe de încercări, redată în tabela 5.

Tabela 5

Grupa de încercări	*B*	*C*	*D*
Ω *med* %	59,154	77,956	46,842

Din punctul de vedere al randamentelor, rezultatele grupelor de încercări *B* şi *C* sînt practic echivalente (95,352 ≃ 95.067) ; dacă se iau însă în considerare şi încărcările termice specifice medii obţinute şi avînd în vedere că pierderile cresc cu încărcarea, rezultă că arderea în condiţiile grupei de încercări *C* este mai bună. Şi din punctul de vedere al gradului de eficacitate, situaţia cea mai bună este în cazul grupei *C*.

Concluzii

Arderea turbei, chiar cînd conţine un procentaj ridicat de apă, se poate face în bune condiţii pe un grătar în trepte, cu condiţia de a se insufla aer preîncălzit. În cazul unei încărcări intermitente a combustibilului, cele mai bune rezultate se obţin cu insuflarea aerului sub toate zonele grătarului. În cazul alimentării continue, se propune compartimentarea insuflării de aer sub grătar. Pe grătarele în trepte, nu se pot obţine însă încărcările termice specifice indicate pentru cazane cu focare special construite pentru turbă. Considerăm că nu se vor putea atinge încărcări specifice de 800 000 — 1 000 000 kcal/m²h decît în condiţii cu totul speciale, şi anume în cazul cînd se va putea mări mult grosimea stratului de combustibil, temperatura de preîncălzire a aerului să depăşească 120 ... 150°C, iar presiunea să fie de cîteva zeci de mm.col. de apă în funcţie de strat.

Creşterea încărcării specifice dincolo de datele obţinute în încercările prezentate va condiţiona însă — probabil — o scădere a randamentului.

Din cauza procesului de ardere a turbei [5], se recomandă folosirea ei la cazane cu volum mare de apă, deoarece — în cazul acestor cazane — întreruperea continuităţii arderii nu influenţează sensibil debitul de abur.

Se recomandă ca, înainte de a trece un cazan la arderea cu turbă, să se analizeze — în lumina celor de mai sus — eventualele investiţii pentru preîncălzitorul de aer sau pentru ventilator, în caz că instalaţia existentă nu este prevăzută cu suprafeţe auxiliare sau agregate.

Bibliografie

[1] Chendis N. P. şi Barstein I. C. : *Focare pentru arderea combustibililor locali.* EES, 1954.

[2] Handurin I. S. şi Ghircenko I. V. : *Economia de combustibili şi sporirea debitului de abur în instalaţii de cazane EES,* 1954.

[3] Casnicov S. P. şi Tigankov V. N. : *Calculul agregatelor de cazane, cu exemple şi probleme* I. D. T.

[4] Buimovici D. : *Pierderile ireversibile ale arderii.* Comunicare la Sesiunea Academiei R. P. R., iunie 1956, Secţia Energetică.

[5] INSTITUTUL DE ENERGETICĂ : *Studiul asupra încercărilor de ardere a turbei pe grătarul cu trepte al focarului experimental.* Lucrare internă a Institutului de Energetică al Academiei R. P. R.

621.316.1 : 621.319.4

Utilizarea condensatoarelor serie pentru mărirea capacităţii de transport a liniilor de foarte înaltă tensiune

*MORENO ZICKMAN**) Bucureşti

Montarea pe liniile de transport de energie a bateriilor de condensatoare serie conduce la sporirea capacităţii de transport a liniilor şi la îmbunătăţirea condiţiilor transportului. În cadrul articolului se examinează condiţiile economice, mărimea şi locul optim de montare a bateriilor de condensatoare serie, dispozitivele de protecţie, utilizările şi perturbaţiile secundare ce pot apărea în urma introducerii în schema de transport la foarte înaltă tensiune a acestui element.

Un condensator montat în serie pe un circuit al unei linii de curent alternativ este echivalent cu o reactanţă negativă şi produce un efect opus aceluia pe care îl produce reactanţa inductivă a circuitului.

Astfel, dacă linia este încărcată cu o sarcină inductivă, se constată următoarele :

a) La o cădere de tensiune egală, linia prevăzută cu condensatoare serie admite trecerea unui curent mai mare şi deci transportul unei puteri mai mari la acelaşi factor de putere.

b) La acelaşi curent, căderea de tensiune în linie este mai mică cînd este înseriat condensatorul decît atunci cînd el lipseşte.

c) Pentru aceiaşi coeficienţi ai stabilităţii puterea maximă transmisă pe linia longitudinal compensată cu condensatoare serie este mai mare decît în cazul liniilor necompensate.

De aici se vede că condensatoarele serie pot avea următoarele funcţiuni :

— să mărească puterea transmisă pe linie la o aceeaşi cădere de tensiune sau la acelaşi coeficient de siguranţă al stabilităţii ;

— să îmbunătăţească repartiţia sarcinilor între liniile funcţionînd în paralel ;

*) Ing. *M. Zickman* este şef de proiect la I. S. P. E. Sectorul Energosisteme.

— să uşureze reglarea tensiunii în cazul alimentării unor consumatori cu şocuri de sarcină.

Prin definiţie, se numeşte grad de compensare longitudinală a unei linii de reactanţă inductivă X_L, în procente, raportul

$$x_s = \frac{x_c}{x_L} 100, \text{ în } \% \qquad (1)$$

în care x_c este reactanţa capacitivă echivalentă a bateriei de condensatoare serie montată în lungul liniei.

Se remarcă iniţial că $x_s = 100\%$ corespunde compensării integrale a reactanţei inductive a liniei. Liniile pentru care avem $x_s > 100\%$ se numesc linii hipercompensate.

1. Instalaţii de condensatoare serie realizate în tehnica mondială

După cum rezultă din literatură [1], din anul 1928 şi pînă în anul 1950, folosirea instalaţiilor de condensatoare serie s-a dezvoltat aproape exclusiv în S.U.A. şi în Japonia, în reţelele de medie tensiune, şi anume în reţelele de 15—77 kV pentru mărirea capacităţii de transport a acestora şi în reţelele de 6—15 kV pentru combaterea efectelor neplăcute de variaţie a tensiunii produse de consumatori necesitînd cereri importante, foarte variabile, de putere (fenomenul „flicker") [1] [9] [23].

În Europa compensarea capacitivă longitudinală a liniilor de înaltă tensiune a apărut în anul 1950, marcînd însă prima realizare din tehnica mondială a transportului la foarte înaltă tensiune. Într-adevăr, prima instalaţie de acest gen a fost realizată în Suedia, la Alfta, în ianuarie 1950, compensînd circa 20% din reactanţa unei linii de 220 kV, de circa 480 km lungime, printr-o baterie trifazată de cca 30 MVAr [40] [33]. În ultimii ani, în Suedia, au mai fost montate pe linia de 380 kV Midskog-Hallsberg, de 475 km lungime, două baterii de condensatoare serie, de cîte 105 MVAr fiecare, compensînd circa 20% din reactanţa liniei [11], [18], [21].

Începînd din anul 1951, în S.U.A. s-au montat baterii de condensatoare serie însumînd 120 MVAr, pe linii de 220 kV [39], [43] şi anume :

	Instalaţia de la Chehalis	Instalaţia de la Rocky-Ford	Instalaţia de la Saint-Andrews
Putere instalată, în MVAr	24,09	59,4	36
Data instalării	febr. 1951	martie 1952	iulie 1952
Numărul de elemente	1362	2367	1440
Elemente deteriorate pînă în luna iunie 1956	0	13	5
Curentul nominal, în A	505	792	720

În U.R.S.S. s-au realizat în anii 1952—1954 două instalaţii de compensare longitudinală a liniilor de înaltă tensiune, cu caracter experimental, una într-o reţea de 110 kV şi alta într-o reţea de 220 kV din Sistemul Energetic Leningrad [17] [20].

În anul 1955 s-a realizat prima instalaţie (cu caracter definitiv) de condensatoare serie pentru compensarea capacitivă longitudinală a celor două linii de 400 kV CHE Kuibîşev-Moscova [4] [12] [22].

Această instalaţie se pare că este cea mai mare baterie de condensatoare serie montată pe glob. Ea are în ansamblu următoarele caracteristici :

— puterea nominală : 9576 elemente × 0,05 MVAr = 478,8 MVAr
— reactanţa capacitivă echivalentă (pe fază) = 52 Ω

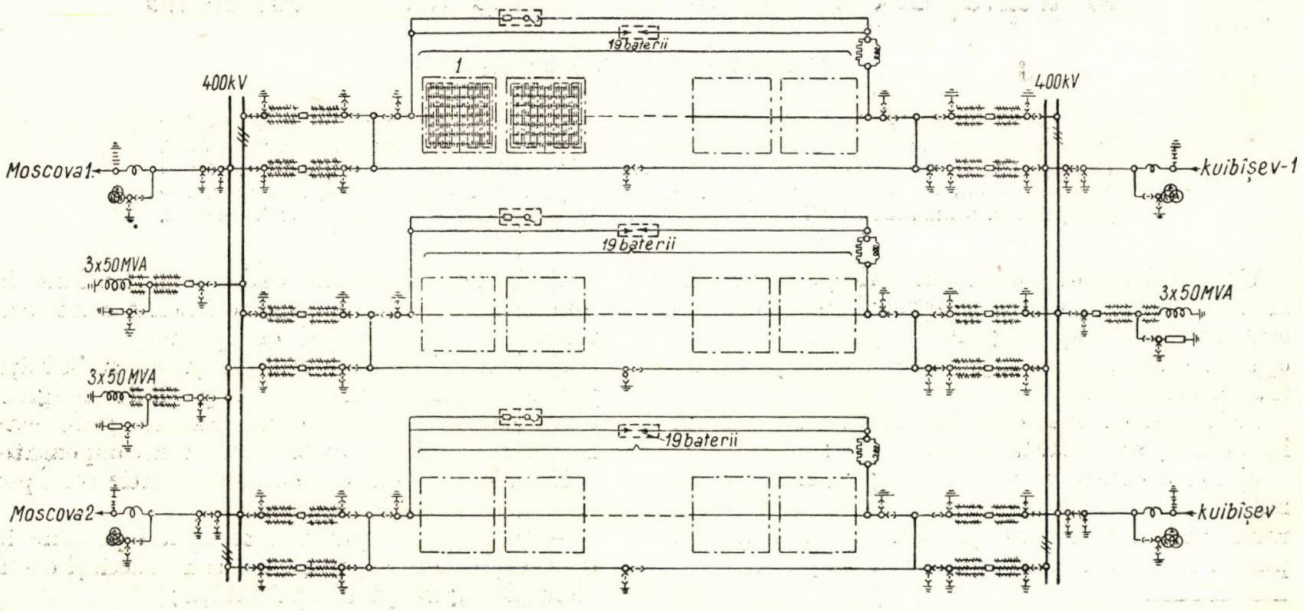


Fig. 1. Schema staţiei mediane de secţionare, compensare capacitivă longitudinală şi compensare inductivă transversală a liniilor de 400 kV CHE Kuibîşev-Moscova [4].

1 — baterie din 8 × 7 condensatoare

şi utilizează ca elemente condensatoare monofazate de 50 kVA putere unitară izolate pentru o tensiune maximă de 0,6 kV (fig. 1).

2. Determinarea gradului optim de compensare

Dacă se defineşte capacitatea de transport a liniei, în MW, ca fiind puterea ei naturală [2], atunci la compensarea longitudinală a liniei corespunzător unui grad x_s de compensare rezultă o creştere a puterii transmise de la P_0' la P' în aceleaşi condiţii şi limite ale transportului de :

$$k = \frac{P'}{P_0'} = \frac{\frac{U^2}{Z_c'}}{\frac{U^2}{Z_c}} = \frac{Z_c}{Z_c'} \qquad (2)$$

în care Z_c este impedanţa caracteristică a liniei necompensate şi Z_c' impedanţa caracteristică a liniei compensate. Valorile acestor impedanţe caracteristice sînt :

$$Z_c = \sqrt{\frac{L}{C}} = \sqrt{\frac{L\omega}{C\omega}} = \sqrt{X_i \cdot X_c} \qquad (3)$$

$$Z_c' = \sqrt{(X_i - x_s X_i) X_c} = \sqrt{1 - x_s} \cdot \sqrt{X_i \cdot X_c} = \sqrt{1 - x_s} \cdot Z_c \qquad (4)$$

şi, înlocuind aceste valori în (2), rezultă :

$$k = \frac{Z_c}{Z_c'} = \frac{1}{\sqrt{1 - x_s}} . \qquad (5)$$

Dacă definim altfel capacitatea de transport, şi anume ca fiind puterea maximă pentru care avem transport stabil pe linie, adică :

$$P_0'' = \frac{U_1 \cdot U_2}{X} \sin \delta \qquad (6)$$

făcînd aceleaşi consideraţii ca mai sus asupra creşterii capacităţii de transport a liniei, ca urmare a compensării sale longitudinale (pentru acelaşi unghiu δ şi aceleaşi tensiuni U_1 şi U_2) rezultă :

$$k = \frac{P''}{P_0''} = \frac{X}{X'} = \frac{X}{X - x_s X}$$

în care X este reactanţa longitudinală a liniei necompensate şi X' reactanţa aceleiaşi linii compensate la un grad de compensare x_s. Creşterea capacităţii de transport este în acest caz :

$$k = \frac{1}{1 - x_s} \text{ şi } X' = X(1 - x_s). \qquad (7)$$

În fig. 2 s-a reprezentat într-o diagramă mărirea capacităţii de transport a unei linii definite pornind de la puterea naturală sau de la puterea maximă stabil transportată, funcţie de diverse grade de compensare longitudinală. Curbele s-au trasat pentru $\delta = 23{,}5°$, unghiul limită dintre U_1 şi U_2 (tensiunile la începutul şi sfîrşitul liniei), luat de obicei în calculele de stabilitate [3].

* * *

Se ştie că o linie încărcată peste puterea ei naturală nu mai poate să-şi acopere singură pierderile de putere reactivă. În acest caz pierderile reactive $X_L I^2$, în reactanţa inductivă a liniei, sînt mai mari decît puterea reactivă debitată de capacitatea liniei şi din această cauză sînt necesare puteri reactive importante pentru compensare. Dacă considerăm o linie compensată longitudinal cu un grad de compensare x_s, atunci, aşa cum s-a arătat şi mai sus, transportul la puterea naturală corespunde unei valori sporite în raport cu al unei linii necompensate, şi anume :

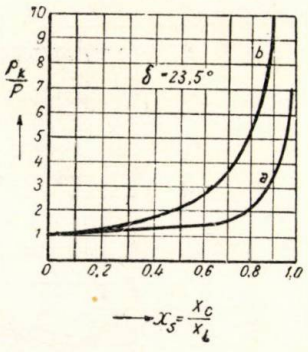


Fig. 2. Creşterea capacităţii de transport a liniilor ca urmare a compensării longitudinale capacitive [3] :
curba *a* – creşterea puterii naturale ; curba *b* – creşterea puterii stabil transportate.

$$P' = \frac{1}{\sqrt{1 - x_s}} \cdot \frac{U^2}{Z_c} . \qquad (8)$$

La transportul pe linia compensată a acestei valori a puterii (fig. 2, curba *a*) puterea $X_c I^2$, instalată în bateria de condensatoare serie, compensează pierderile suplimentare de putere reactivă, apărute în urma transportului pe linie a unei puteri mai mari ca puterea naturală. Dacă mărim puterea transportată şi mai mult, adică pînă la valoarea :

$$P'' = \frac{1}{1 - x_s} \cdot \frac{U_1 \cdot U_2}{X} \sin \delta \qquad (9)$$

care corespunde limitei transportului stabil (fig. 2, curba *b*), apar pierderi noi suplimentare, sporite, de putere reactivă pe linie, care trebuie acoperite prin condesatoare în paralel şi prin compensatoare sincrone.

Dacă se notează puterea la limita stabilităţii cu valoarea P_0'' definită de relaţia (6), atunci se pot figura într-o diagramă (fig. 3), funcţie de diverse valori a gradului de compensare x_s, următoarele curbe [3] :

Curba 1. Mărirea puterii transportate $\Delta P'' = P'' - P_0''$ la limita stabilităţii, la diverse grade de compensare x_s a liniei.

Curba 2. Puterea instalată P_c în bateria de condensatoare serie, la diverse grade de compensare x_s a liniei.

Curba 3. Puterea instalată P_B care mai trebuie dată de dispozitive de compensare suplimentare, în derivaţie (condensatoare derivaţie, compensatoare, etc.), pentru a acoperi pierderile de putere reactivă în linie.

Curba 4. Curba creşterii puterii totale instalate în dispozitive de compensare longitudinale şi transversale ($P_C + P_B$), la diverse grade de compensare x_s a liniei.

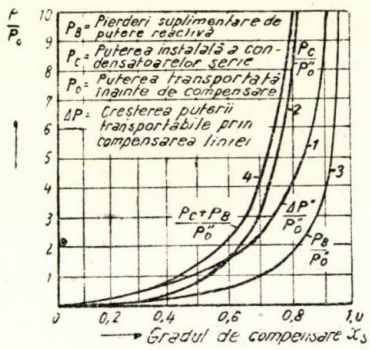


Fig. 3. Curbele de variaţie a puterii necesare în dispozitive de compensare longitudinale şi transversale şi a creşterii capacităţii de transport a liniilor pentru diverse grade de compensare longitudinală [3]:

Valorile lui $\Delta P''$, P_C, P_B şi $(P_B + P_C)$ de mai sus au fost raportate la puterea comună de referinţă P_0'' indicată în formula (6) de mai sus. Examinînd curbele arătate, se constată următoarele:

a) În fig. 3 curbele $\frac{\Delta P''}{P_0''}$ şi $\frac{P_C}{P_0''}$ (curbele *1* şi *2*) se intersectează pentru $x_s = 0{,}6$. Sub această valoare a gradului de compensare vom avea totdeauna o creştere mai mare a puterii stabil transportate, în MW, la cos $\varphi \simeq 1$, pentru o putere instalată în bateria de condensatoare serie, în MVAr, mai mică, adică dacă:

$$x_s < 0{,}6 \text{ atunci: } \frac{\Delta P''}{P_0''}(\text{în MW}) > \frac{P_c}{P_0''} (\text{în MVAr}).$$

b) De mare interes este de asemenea aşa-numitul raport optim între $\frac{P_c}{P_0''}$ şi $\frac{\Delta P''}{P_0''}$, adică raportul optim între $\frac{P_c}{\Delta P''}$. Acesta este raportul care corespunde situaţiei în care pentru fiecare spor de 1 kW a puterii transportate corespunde un spor de 1 kVAr a puterii instalate în bateria de condensatoare serie, adică situaţiei pentru care creşterea lui $\Delta P''$ este egală cu creşterea lui P_c.

Traducerea analitică a celor arătate mai sus pe cale grafică este următoarea: Puterea stabil transportată pe o linie necompensată este:

$$P_0'' = \frac{U^2}{X} \sin \delta,$$

formulă care, după cum se ştie, presupune: $U_1 = U_2 =$ constant (bare de putere infinită) şi X, reactanţa echivalentă de cuplaj asupra căreia s-au făcut corecţiile pentru a se ţine seama de acţiunea regulatoarelor de tensiune şi de saturaţia generatoarelor.

După introducerea măsurilor de compensare longitudinală a liniei la un grad de compensare x_s, aşa cum s-a arătat, puterea stabil transportată creşte la valoarea:

$$P'' = k \cdot P_0'' = \frac{1}{1 - x_s} \cdot \frac{U^2}{X} \sin \delta. \qquad (9')$$

Puterea suplimentară transportabilă în interiorul limitei de stabilitate este aşadar:

$$\Delta P'' = P'' - P_0'' = \frac{U^2}{X} \sin \delta \left(\frac{1}{1 - x_s} - 1 \right) =$$

$$= \frac{x_s}{1 - x_s} \cdot \frac{U^2}{X} \sin \delta. \qquad (10)$$

Puterea trifazată P_c instalată în bateria de condensatoare serie pentru un grad $x_s = \frac{X_c}{X}$ de compensare este:

$$P_c = 3 \,.\, X_c \,.\, I^2 = 3 \,.\, x_s \,.\, X \,.\, I^2 \qquad (11)$$

Considerînd din formula (9') valoarea lui:

$$P'' = \frac{1}{1 - x_s} \cdot \frac{U^2}{X} \sin \delta$$

rezultă curentul corespunzător pe faza liniei (cos $\varphi = 1$);

$$I = \frac{P''}{\sqrt{3}\, U} = \frac{1}{1 - x_s} \cdot \frac{U}{\sqrt{3}\, X} \sin \delta \qquad (12)$$

şi înlocuind valoarea lui I din (12) în (11) rezultă:

$$P_c = 3 \cdot x_s \cdot X \cdot \frac{U^2 \sin^2 \delta}{3\, X^2 (1 - x_s)^2} = \frac{x_s \cdot U^2 \cdot \sin^2 \delta}{X (1 - x_s)^2}. \qquad (13)$$

Cu ajutorul formulelor (10) şi (13) se pot regăsi pe cale analitică cele arătate mai sus la punctele *a* şi *b* din acest paragraf.

Într-adevăr am văzut că:

$$(\Delta P'') = f(x_s) = \frac{x_s}{1 - x_s} \cdot \frac{U^2}{X} \sin \delta \qquad (14)$$

şi

$$P_c = g(x_s) = \frac{x_s}{(1 - x_s)^2} \cdot \frac{U^2}{X} \sin^2 \delta$$

adică funcţiuni de gradul de compensare x_s al liniei compensate :

a) Condiţia $\frac{\Delta P''}{P_0''} = \frac{P_c}{P_0''}$ se exprimă prin relaţia :

$$\Delta P'' = P_c = \frac{x_s}{1 - x_s} \cdot \frac{U^2}{X} \sin \delta =$$

$$= \frac{x_s}{(1 - x_s)^2} \cdot \frac{U^2}{X} \sin^2 \delta \qquad (15)$$

de unde rezultă : $\frac{1}{1 - x_s} \sin \delta = 1$ şi deci condiţia este :

$$x_s = 1 - \sin \delta. \qquad (16)$$

Pentru $\delta = 23{,}5°$ care se consideră de obicei (pentru linii) se găseşte :

$$x_s = 0{,}6$$

b) Condiţia pentru care avem valoarea optimă a raportului $\frac{P_c}{\Delta P''}$ este aşa, cum am văzut mai sus, valoarea lui x_s pentru care avem aceleaşi creşteri a funcţiunilor P_c şi $\Delta P''$, adică valoarea lui x_s pentru care pantele tangentelor la cele două curbe sînt egale. Aceasta se traduce prin condiţia :

$$f'(x_s) = g'(x_s) \qquad (17)$$

$$f'(x_s) = \frac{U^2 \sin \delta}{X} \cdot \frac{(1 - x_s) \cdot 1 - (x_s)(-1)}{(1 - x_s)^2} = \frac{U^2 \sin \delta}{X} \cdot \frac{1}{(1 - x_s)^2}$$

$$g'(x_s) = \frac{U^2 \sin^2 \delta}{X} \cdot \frac{(1 - x_s)^2 + x_s \cdot 2(1 - x)}{(1 - x_s)^4} =$$

$$= \frac{U^2 \sin^2 \delta}{X} \cdot \frac{1 + x_s}{(1 - x_s)^3}.$$

Valoarea lui x_s care respectă condiţia (17) de mai sus este :

$$\frac{U^2 \sin \delta}{X} \cdot \frac{1}{(1 - x_s)^2} = \frac{U^2 \sin^2 \delta}{X} \cdot \frac{1 + x_s}{(1 - x_s)^3}$$

sau :

$$\frac{1 + x_s}{1 - x_s} \sin \delta = 1$$

de unde

$$x_s = \frac{1 - \sin \delta}{1 + \sin \delta}. \qquad (18)$$

Pentru acelaşi $\delta = 23{,}5°$ se găseşte : $x_s = 0{,}43$.

La acest grad de compensare s-au realizat unele instalaţii de transport la distanţe mari. Ca exemplu se poate da linia dublă de transport de 400 kV CHE Kuibîşev-Moscova, a cărei compensare longitudinală capacitivă a fost realizată la un grad de compensare de o,43. Se menţionează de asemenea că Oficiul de Stat pentru Electricitate din Suedia nu a trecut peste acest grad de compensare longitudinală pentru liniile de 220 şi 380 kV suedeze.

Panta mare a curbelor din fig. 3 face însă atrăgătoare ideea de a se lucra cu grade de compensare mai mari de 0,43. Un calcul tehnico-economic comparativ trebuie să hotărască asupra oportunităţii acestei măsuri [31]. În acest scop trebuie făcut un calcul comparativ asupra investiţiilor şi cheltuielilor anuale între următoarele alternative :

— compensarea longitudinală a liniei cu condensatoare serie, sau

— construirea unei linii noi, paralele cu prima.

Dacă realizăm compensarea longitudinală montînd condensatoare serie pe o linie existentă de

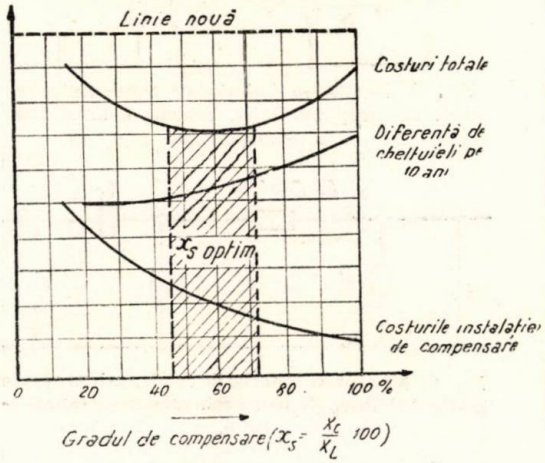


Fig. 4. Calculul gradului economic de compensare longitudinală a unei linii.

transport, atunci cu o investiţie relativ mică (costul bateriei de condensatoare serie) se poate realiza mărirea capacităţii de transport. Pierderile active în linie cresc după o lege patratică, deoarece nu schimbăm secţiunea conductoarelor şi deoarece condensatoarele serie nu influenţează mărimea pierderilor. Soluţia a doua impune investiţii importante pentru construcţia unei linii noi, însă conduce la pierderi active în linie mai mici în raport cu prima alternativă.

Principiul unui calcul tehnico-economic, în conformitate cu cele arătate mai sus, este arătat în fig. 4. Se remarcă că, dacă în această diagramă ne situăm cu curba „costuri totale" sub linia care reprezintă investiţiile pentru o „linie nouă", rezultă că montarea condensatoarelor serie pe linia respectivă este economică şi că trebuie să adoptăm ca grad de compensare a liniei valori situate în vecinătatea minimului curbei „costuri totale" în regiunea haşurată din diagrama notată cu x_s optim.

După cum rezultă din literatură, ca o concluzie a calculelor tehnico-economice executate pentru diverse linii, se poate trage concluzia generală că economicitatea compensării longitudinale capacitive a liniilor merită să fie cercetată, în cazul liniilor de înaltă şi foarte înaltă tensiune, dacă lungimea acestora în km este aproximativ egală cu tensiunea lor în kV [1] [5] [31] [37].

3. Determinarea locului de instalare al condensatoarelor serie

Fie determinat gradul de compensare longitudinală al unei linii. Există o infinitate de posibilităţi de amplasare a bateriei de condensatoare în lungul liniei. Deşi bateria este un element introdus în serie pe linie, totuşi datorită faptului că în calculul liniilor lungi se ţine seama de repartizarea uniformă a constantelor în lungul

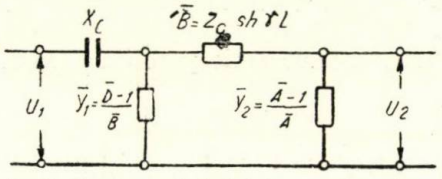


Fig. 5. Montarea bateriei de condensatoare serie la începutul liniei. Schema echivalentă a transportului.

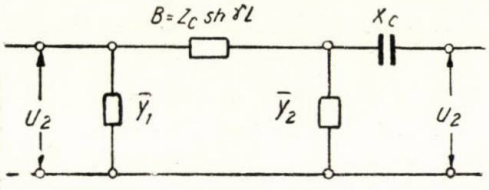


Fig. 6. Montarea bateriei de condensatoare serie la sfîrşitul liniei. Schema echivalentă a transportului.

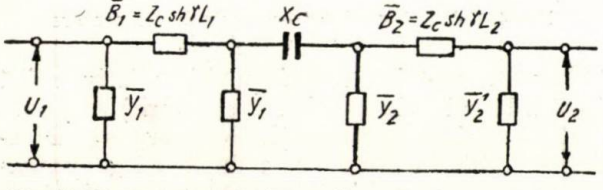


Fig. 7. Montarea bateriei într-un punct oarecare al liniei. Schema echivalentă a transportului.

liniei, amplasarea condensatoarelor serie nu conduce la aceleaşi rezultate dacă este făcută, de exemplu, la unul din capetele liniei sau la mijlocul ei.

Astfel, dacă se reprezintă linia ca un cuadripol simetric în π, montarea bateriei de condensatoare serie la începutul sau la sfîrşitul liniei poate fi reprezentată prin schema echivalentă din fig. 5, respectiv fig. 6. Dacă se montează bateria într-un punct oarecare al liniei, schema echivalentă este cea dată de fig. 7.

În figurile de mai sus s-a notat cu :

X_c — reactanţa capacitivă a bateriei, în ohmi ;
U_1 — tensiunea la începutul liniei ;
U_2 — tensiunea la capătul liniei ;
Z_c — impedanţa caracteristică a liniei ;
γ — $j\omega\sqrt{lc}$ constanta de propagare (r şi $g \approx 0$) ;
L — lungimea totală a liniei ;
L_1 şi L_2 — lungimile liniei de o parte şi alta a locului de montare a bateriei ($L_1 + L_2 = L$).

Se poate remarca, din examinarea schemelor echivalente arătate, că impedanţa liniei văzute la bornele bateriei de condensatoare este aceeaşi în cazul montării bateriei de condensatoare serie la începutul sau la sfîrşitul liniei, dar că ea este diferită de valorile arătate atunci cînd bateria de condensatoare serie se montează într-un punct oarecare din lungul liniei. Se poate demonstra analitic, pe baza schemelor echivalente arătate, că eficacitatea bateriei montate în mijlocul unei linii lungi este mai mare decît în cazul montării la unul din capete sau în oricare alt punct al liniei. Instalarea condensatorului serie la mijlocul unei linii lungi face deci ca reactanţa sa să fie mai mare decît în cazul instalării la capetele liniei, adică în definitiv să se realizeze o sporire a capacităţii de transport a liniei. Se ajunge astfel la noţiunea de reactanţă utilă a unei baterii de condensatoare serie [3] care se poate defini ca fiind :

$$X_{cu} = k_c X_c \qquad (19)$$

în care k_c este un factor de corecţie al reactanţei X_c a bateriei de condensatoare serie în funcţie de locul de aşezare a bateriei în lungul liniei şi de lungimea totală a liniei [16]. Odată definit acest coeficient ($1 \geqslant k_c > 0$) se poate reprezenta bateria de condensatoare serie în schema echivalentă a liniei cu constante uniform repartizate ca un condensator serie, indiferent de poziţia de amplasare a bateriei de condensatoare, aşa cum se arată în fig. 8. Factorul de corecţie k_c poate lua diverse valori, funcţie de diverse lungimi a liniei, după cum se arată în diagrama din fig. 9.

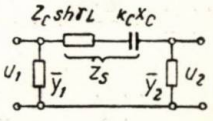


Fig. 8. Schema echivalentă a unei linii lungi compensată longitudinal cu condensatori.

În fig. 10 se arată creşterea puterii maxime transmisibile şi a puterii instalate a unei baterii de condensatoare serie pe o linie de 220 kV, funcţie

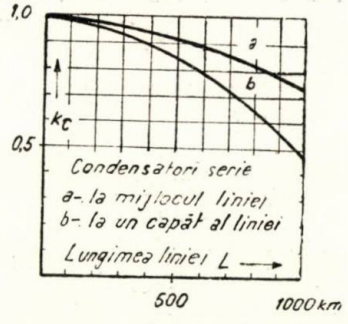


Fig. 9. Variaţia factorului de corecţie k_c funcţie de locul de montare a bateriei de condensatori serie în lungul unei linii lungi [3].

de gradul de compensare al liniei şi de locul de instalare a bateriei de condensatoare serie [2].

Trebuie menţionat însă că instalarea bateriei de condensatoare serie la începutul unei linii

are avantajul asupra instalării în oricare punct al liniei prin aceea că conduce la cea mai mare putere capacitivă generată de linie. Acest avantaj este identic cu avantajul creat de montarea unui autotransformator la capătul de plecare a liniei asupra creşterii puterii reactive generate de linie.

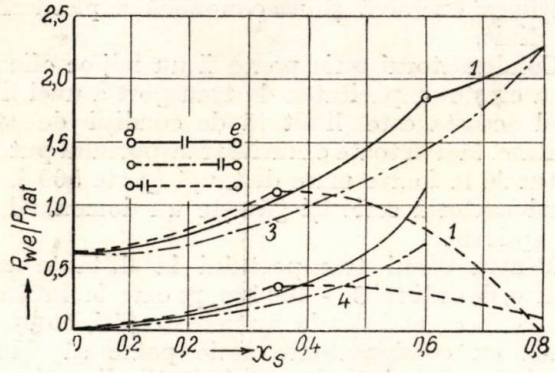


Fig. 10. Influenţa locului de instalare a unei baterii de condensatoare serie asupra creşterii capacităţii de transport a unei linii de 220 kV de 600 km lungime [2]: *1* – limite date de condiţia $U_a / U_e \leqslant 1{,}1$; *3* – limite date de condiţia $\theta \leqslant 25°$; *4* – limite date pentru raportul P_{er}/P_{nat}.

În afara celor arătate mai sus, la stabilirea locului de instalare a bateriei de condensatoare serie pe o linie existentă trebuie să se ţină seama şi de modul de funcţionare a protecţiei liniei care iniţial fusese proiectată fără a se ţine seama de bateria de condensatoare serie [41]. Într-adevăr, protecţia de bază care se adoptă de obicei pe o linie de foarte înaltă tensiune este o protecţie de distanţă cu elemente de măsură fie a reactanţei, fie a impedanţei liniei pînă la locul defectului. Dacă ulterior, din motive cerute de necesitatea de a se mări capacitatea de transport, se montează pe această linie o baterie de condensatoare serie, buna funcţionare a protecţiei arătate depinde de locul de instalare a bateriei de condensatoare serie şi de gradul de compensare al liniei.

Într-adevăr, cîteodată se poate întîmpla ca în cazul unui defect pe o linie compensată longitudinal, la anumite grade de compensaţie şi la anumite locuri de instalare a bateriei, reactanţa măsurată de exemplu de releele de reactanţă de la cele două capete ale liniei să devină capacitivă. Aceasta poate să producă declanşări incorecte ale dispozitivelor de protecţie, atît în linia compensată cît şi în celelalte linii conectate la barele aceleiaşi staţii. Din această cauză, dacă nu vrem să echipăm linia compensată cu un sistem nou de protecţie, trebuie să se aleagă corespunzător gradul de compensare şi locul de instalare a bateriei de condensatoare serie.

Calculele făcute de unii autori [36] au condus la concluzia că în cazul montării unei singure baterii de condensatoare serie gradul de compensare longitudinală trebuie să nu fie mai mare de 0,5, iar bateria să se monteze la mijlocul liniei. Pentru cazul a două baterii se poate merge — în cazul compensării unei linii cu relee de reactanţă — cu un grad total de compensare longitudinală nu mai mare de 0,66. Peste acest grad de compensare trebuie adoptată soluţia cu trei baterii de condensatoare serie.

4. Protecţia bateriilor de condensatoare serie contra supratensiunilor

Spre deosebire de condensatoarele în paralel care în stare conectată lucrează tot timpul la sarcină plină, condensatoarele serie au intervale de repaus în timpul funcţionării liniei cu sarcină redusă. În schimb ele sînt foarte solicitate la suprasarcini, ca declanşări de linii la substaţia coborîtoare din aval, şocurile de curent produse de laminoare şi de cuptoarele mari electrice, etc.

Situaţiile devin deosebit de critice în cazul scurtcircuitelor în aval de bateria de condensatoare, în special pentru că în acest caz lipseşte efectul de limitare a curentului datorat reactanţelor inductive ale circuitelor, din cauza reducerii parţiale sau complete a acestora prin montarea condensatoarelor serie pe linie [19]. Puterea de scurtcircuit care solicită condensatoarele serie poate să ajungă pînă la 400 ori puterea lor nominală după gradul de compensare şi configuraţia sistemului. La astfel de suprasarcini nu mai este posibilă o adaptare constructivă a condensatoarelor prin mijloace economice. Pe de altă parte nu este de dorit ca după montarea condensatoarelor serie curenţii de scurtcircuit din reţea să se ridice deodată la valori ale P_{sc} care depăşesc de multe ori valorile pentru care instalaţia a fost dimensionată anterior.

Din această cauză condensatoarele serie sînt prevăzute cu dispozitive speciale de protecţie. Acestea au un dublu rol:

a) să protejeze condensatoarele împotriva suprasolicitărilor şi

b) să aducă inductanţa redusă a circuitului prevăzut cu condensatoare serie la valoarea ei iniţială mărită, în cazul scurtcircuitelor în aval de locul de instalare a bateriei.

Aceste dispozitive de protecţie trebuie să funcţioneze absolut sigur.

Un dispozitiv simplu pentru protejarea condensatoarelor împotriva suprasolicitărilor constă în montarea în paralel cu acestea a unor descărcători, cu rezistenţe care să poată fi suficient de mult solicitate din punct de vedere termic, pe toată perioada de la apariţia şi pînă la deconectarea scurtcircuitelor.

În fig. 11 se indică schema unui dispozitiv de protecţie simplificat pentru condensatoare serie montate pe o linie radială de medie tensiune.

În fig. 12 se arată schematic un dispozitiv de protecţie pentru baterii de condensatoare serie de puteri mari montate pe linii de foarte înaltă tensiune, şi anume bateria din staţia Alfta a reţelei suedeze de 220 kV. Simplificat prezentată, funcţionarea acestui dispozitiv de protecţie se face în felul următor :

La apariţia unui curent mare pe linie tensiunea la bornele bateriei creşte mult şi astfel se amorsează eclatorul de protecţie *5*.

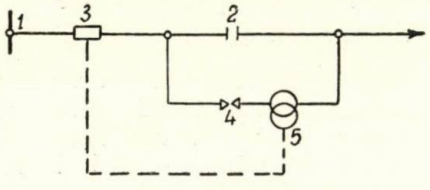
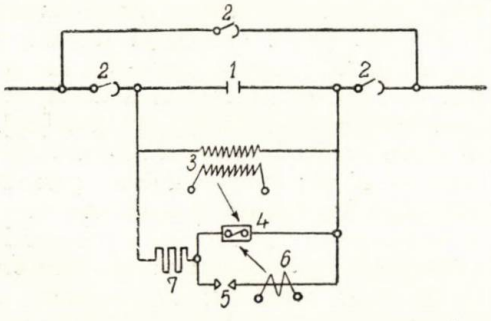


Fig. 11. Dispozitiv de protecţie (simplificat) pentru condensatoare serie montate pe o linie de medie tensiune [3]

1 – linia de derivaţie; *2* – bateria de condensatoare serie a unei faze; *3* – întreruptor; *4* – eclator; *5* – reductor de intensitate.



Fif. 12. Dispozitiv de protecţie pentru baterii de condensatoare serie de puteri mari (Bateria din staţia de 220 kV de la Alfta-Suedia) [3]:

1 – baterie de condensatoare serie; *2* – separator *3* – reductor de tensiune; *4* – întreruptor de şuntare; *5* – eclator de protecţie; *6* – reductor de intensitate; *7* – rezistenţă de amortizare.

Curentul care circulă la amorsarea eclatorului prin reductorul de curent *6* este suficient ca prin intermediul unui releu, situat pe secundarul reductorului *6*, să provoace închiderea întreruptorului *4* şi deci scurtcircuitarea bateriei de condensatoare. Întreruptorul *4* are o capacitate de rupere şi de închidere relativ mică.

Transformatorul de tensiune *3*, care trebuie să descarce condensatoarele după deconectarea lor, poate fi folosit de către exploatare şi pentru închiderea de scurtă durată a întreruptorului *4* la apariţia de oscilaţii subarmonice.

Eclatoarele de protecţie nu trebuie să se încarce la supratensiuni de conectare care apar la conectarea şi deconectarea liniei în condiţii normale. Ele sînt deci reglate să funcţioneze la o tensiune care depăşeşte de 2,9...3 ori tensiunea nominală a bateriei de condensatoare serie. Elementele bateriei sînt astfel dimensionate, încît pot suporta pentru scurt timp o tensiune egală cu de 3,5 ori tensiunea lor nominală.

5. Mărirea limitei de stabilitate a transporturilor la mare distanţă

Capacitatea de transport a unei linii lungi poate fi limitată fie de încălzirea conductoarelor, fie de stabilitatea transportului, fie de căderea de tensiune, fie în sfîrşit — în cazul cînd nici una din limitele de mai sus nu a fost atinsă — de mărimea excesivă şi neeconomică a pierderilor pe linie.

Condensatorul serie poate fi un mijloc eficace de a creşte capacitatea de transport a unei linii cînd aceasta este limitată de condiţii de stabilitate. Mai în toate cazurile transportului puterii naturale la foarte mare distanţă (peste 500 km), condensatorul serie îşi găseşte un domeniu larg de aplicare.

Pentru cazul transportului la distanţe mai scurte, de ordinul 3 – 400 km, pe care le întîlnim din ce în ce mai des în numeroase ţări, compensarea cu condensatoare serie poate să aducă servicii ridicînd limita stabilităţii dinamice la egalitate cu limita de încălzire a conductoarelor.

Să vedem în ce măsură condensatorul serie poate îmbunătăţi stabilitatea unui transport la mare distanţă.

Dacă se neglijează rezistenţa liniei, influenţa saturaţiei generatoarelor, precum şi dacă se consideră că tensiunile de la cele două capete ale liniei sînt rigide (bare de putere infinită), atunci puterea maximă ce se poate transporta pe linie, la limita stabilităţii, este dată de formula cunoscută :

$$P_0'' = \frac{U_1 U_2}{X_L} \sin \delta = \frac{U_1 U_2}{X_L} \sin (\delta_1 + \delta_2) \quad (20)$$

în care :

U_1 este tensiunea la bara de plecare a liniei;
U_2 — tensiunea la bara de sosire a liniei;
X_L — reactanţa inductivă totală a liniei de transport;
δ_2 — unghiul de defazaj între U_1 şi U_2 (introdus de linia propriu-zisă).

Puterea care poate fi transportată variază deci sinusoidal cu unghiul δ, care este unghiul încă admisibil pentru un transport stabil. Această putere atinge valoarea ei maximă teoretică, după cum se poate vedea din formula (20) pentru $\delta = 90°$. Unghiul δ trebuie însă să fie astfel ales încît să se ţină cont şi de partea unghiului de defazaj introdus de transformatoarele ridicătoare şi coborîtoare, precum şi de rezervele de unghi care sînt necesare ca să fim acoperiţi faţă de orice variaţie a sarcinii ($\measuredangle \delta_1$). Din aceste motive se ştie că pentru unghiurile de defazaj δ_2 între tensiunile U_1 şi U_2 (între începutul şi sfîrşitul liniei) pot fi folosite valori nu mai mari de 22—25°, în medie numai 23,5° pentru un transport care să fie şi dinamic stabil.

Conform celor arătate, compensarea capacitivă longitudinală constituie un mijloc foarte

bun pentru îmbunătățirea stabilității transportului de energie electrică la distanțe mari.

Compensînd linia cu o baterie de condensatoare serie, cu un grad de compensare $x_s = \frac{X_c}{X_L}$, puterea transportată la limita stabilității crește de la valoarea indicată în formula (20) de mai sus la valoarea :

$$P'' = \frac{U_1 U_2}{X_L (1 - x_s)} \sin (\delta_1 + \delta_2') \qquad (21)$$

unde unghiul $\delta_2' <$ unghiul δ_2.

devăr s-a arătat că pentru mărirea limitei de stabilitate a transportului liniilor lungi este necesar să se compenseze longitudinal liniile prin montarea de baterii de condensatoare serie. Pe de altă parte s-a arătat că la apariția unei avarii în aval de locul de montare a bateriei se prevăd dispozitive de șuntare automată a bateriei pentru a evita apariția supratensiunilor la bornele bateriei.

Într-adevăr nu există nici o contradicție între cele arătate mai sus. În regim normal bateria de condensatoare este conectată în serie pe circu-

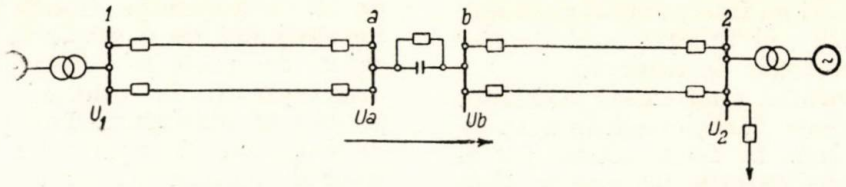


Fig. 13. Schema simplificată a unui transport la mare distanță cu compensare capacitivă longitudinală la mijlocul liniilor.

Acest efect al condensatorului serie se poate ușor vedea și din diagramele vectoriale arătate în fig. 13, 14 *a* și 14 *b*. Se observă în diagrama *a*, construită pentru situația cînd linia nu este longitudinal compensată, că $\sphericalangle \delta_2$ introdus de linie are o valoare mare care pentru liniile lungi (peste 500 km) depășește valoarea limită de 25° indicată mai sus. Introducerea bateriei de condensatoare serie între punctele *a* și *b* situate la mijlocul liniei conduce la micșorarea lui δ_2 la valoarea δ_2', care se poate aranja (funcție de x_s) să fie redus sub valoarea maximă de 25°, precum și la reducerea reactanței echivalente

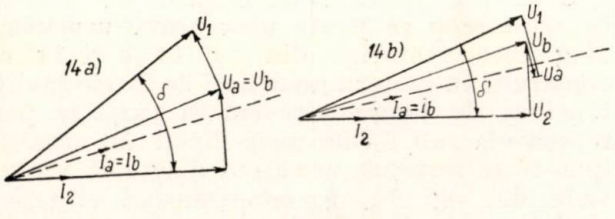


Fig. 14. Diagramele vectoriale (simplificate) ale transportului de energie din fig. 13 :
a — fără compensarea liniei. *b* — cu compensarea longitudinală a liniei cu condensatoare serie ;

longitudinale a liniei de la valoarea X_L la valoarea $X_L (1 - x_s)$. Micșorarea mărimilor δ_2 și X_L conduce la mărirea puterii maxime transportate pe linie cu valori importante (30...40%).

6. Metode pentru funcționarea liniilor longitudinal compensate în zona stabilității artificiale și în regimul de după avarii

Concluziile prezentate în paragraful 4 „Protecția bateriilor de condensatoare serie contra supratensiunilor" și concluziile expuse în ultimul paragraf s-ar părea că sînt contradictorii. Într-a-

itul liniei. În regim de avarie bateria este scurtcircuitată (fig. 12), iar continuitatea circuitului liniei este realizată printr-un by-pass pe care sînt înserate un descărcător (sau eclator de protecție) și o rezistență ohmică de amortizare (de frînare). Supratensiunea apărută la bornele bateriei de condensatoare amorsează descărcătorul și implicit pune în circuitul principal al liniei și rezistența de amortizare care are rolul de a frîna pendulările generatoarelor ce alimentează linia respectivă. Cînd există mai multe baterii de condensatoare, montate în mai multe puncte ale liniei, rezistența ohmică de frînare se conec-

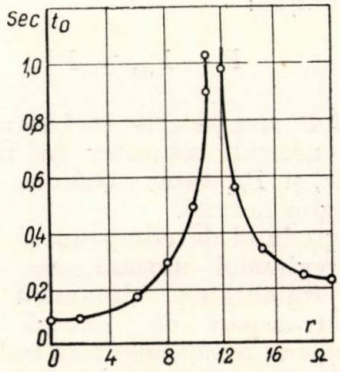


Fig. 15. Variația timpului limită de deconectare a scurtcircuitului trifazat a plecarea unei linii de foarte înaltă tensiune, funcție de rezistența ohmică de frînare [29].

tează numai în circuitul descărcătorului de protecție al primei baterii de condensatoare situată lîngă bara de alimentare a liniei.

Eficacitatea măsurii arătate este dovedită de variația timpului limită de deconectare a scurtcircuitului trifazat la începutul liniei în

funcţie de valoarea rezistenţei ohmice de frînare [29], aşa cum se arată în diagrama din fig. 15.

Pentru schema transportului pentru care s-a ridicat această diagramă, s-a constatat că atunci cînd timpul de deconectare a scurtcircuitului este $t = 0{,}1$ s sistemul nu este stabil dacă compensarea longitudinală a liniei se face fără rezistenţa de frînare r pe bypass-ul descărcătorului. Conectarea unei rezistenţe ohmice de frînare în valoare de 3 Ω la acelaşi timp de deconectare a scurtcircuitului face sistemul stabil. Cînd $r = 10$ Ω, sistemul este stabil chiar dacă nu funcţionează protecţia principală prin relee, ci funcţionează (la $t = 0{,}5$ s) numai protecţia de rezervă.

Puterea transportată, cînd există rezistenţa de frînare, corespunde funcţionării în zona de stabilitate artificială. În felul acesta pot fi deplin realizate posibilităţile pe care le oferă regulatoarele de tensiune compundate şi electronice construite pentru a funcţiona în zona de stabilitate artificială.

Valoarea limită a rezistenţei ohmice de frînare r trebuie aleasă în aşa fel, încît tensiunea la bornele bateriei de condensatoare să nu depăşească valoarea limită, determinată de condiţiile protecţiei lor prin descărcătoare.

O altă problemă care trebuie arătată aici este mărirea gradului de compensare longitudinală a liniei în regimul de după avarie.

Stabilirea transportului în regimul de după avarie poate fi ridicată prin mărirea automată a gradului de compensare longitudinală a liniei imediat după apariţia avariei. Situaţia care determină necesitatea unei asemenea măriri a gradului de compensare poate fi definită de condiţia :

$$P - P_{rez} > P' \qquad (22)$$

în care P şi P' sînt puterile stabil transportate în regimul normal, respectiv în regimul de după avarie, şi P_{rez} este „rezerva de stabilitate" în regim normal.

Mărirea gradului de compensare, ales după condiţiile regimului normal, va ridica de asemenea stabilitatea dinamică a sistemului de transport de energie electrică. Această compensare suplimentară trebuie conectată însă în linie numai în regimul de după avarie, deoarece mărirea gradului de compensare în regim normal poate provoca perturbarea stabilităţii dinamice a sistemului de transport de energie electrică.

Acest efect, a cărui consecinţă pozitivă asupra măririi coeficienţilor de siguranţă ai stabilităţii a fost verificată, aminteşte de procedeul forţării instantanee a excitaţiei maşinilor sincrone în perioada oscilaţiilor de după apariţia avariilor în vederea măririi stabilităţii sistemului.

7. Diferitele utilizări ale condensatoarelor serie în reţelele de transport

7.1. Generalităţi

După cum s-a mai arătat, condensatorul serie joacă în transportul energiei un rol de refazor, capabil să compenseze defazajul introdus de reactanţa liniilor şi transformatoarelor.

Instalarea condensatoarelor serie în reţelele de înaltă tensiune este uşoară şi relativ puţin costisitoare. Bateriile se instalează pe o platformă izolată faţă de pămînt, la tensiunea nominală a reţelei, această platformă putînd fie să se rezeme pe izolatoare-suporţi, fie să fie sprijinită de o şarpantă metalică ; aparatajul de protecţie (eclatoare, separatoare, întreruptoare de şuntare) este şi el montat pe aceeaşi platformă. Izolaţiile mecanismelor de comandă ale aparatelor şi ale reductoarelor de măsură eventual necesare trebuie să fie prevăzute pentru a suporta tensiunea de serviciu a reţelei.

În cazul reţelelor de tensiuni nominale relativ mai mici ($20 > U > 10$ kV) se pot utiliza condensatoare statice cu izolaţie între plăcile condensatorului şi carcasa exterioară de 3, 6, 10 kV şi chiar mai mult. În acest caz bateriile de condensatoare serie se pot proiecta astfel ca ele să fie montate neizolate faţă de pămînt, carcasa lor exterioară găsindu-se la potenţialul pămîntului [34]. În cele de mai jos se vor arăta principalele aplicaţii ale bateriilor de condensatoare serie în reţelele de înaltă şi foarte înaltă tensiune.

7.2. Creşterea capacităţii de transport a liniilor la căderi de tensiune constantă

Utilizarea bateriilor de condensatoare serie în acest scop se poate uşor arăta urmărind diagramele vectoriale din fig. 14 *a* şi 14 *b*, construite în ipoteza unor linii de foarte înaltă tensiune de lungime scurtă şi care se pot reprezenta sub forma unor dipoli. În această ipoteză se remarcă, urmărind diagrama vectorială din fig. 14, *b*, corespunzînd situaţiei cînd linia este longitudinal compensată cu o baterie de condensatoare serie montată la mijlocul ei, că atît unghiul δ dintre tensiunile U_1 şi U_2 la plecare şi la sosire cît şi căderea de tensiune pe linie în acest caz se micşorează. Adăugînd la cele de mai sus şi cele arătate la paragraful 3, rezultă că se poate spori capacitatea de transport a unei linii de înaltă tensiune (la căderea de tensiune constantă), compensînd longitudinal linia cu condensatoare serie.

7.3. Ameliorarea repartiţiei sarcinii între mai multe linii funcţionînd în paralel, cînd secţiunile lor nu sînt egale

Condensatoarele instalate în serie cu linia de secţiune mai mare îi reduce impedanţa şi îi permite de a se încărca mai mult ca

linia de secţiune mai mică, ceea ce antrenează în definitiv o ridicare a capacităţii globale de transport a celor două linii şi justifică investiţiile suplimentare în bateria de condensatoare serie.

În acest scop a fost instalată, de exemplu, bateria de condensatoare serie de la Chehalis, în S.U.A., în reţeaua de 230 kV aparţinînd de Bonneville Power Administration.

7.4. Repartiţia economică a sarcinilor între mai multe linii funcţionînd în paralel, cînd lungimile lor nu sînt egale

Condensatoarele instalate în serie cu linia de lungime mai mare compensează diferenţa de reactanţă între linia mai lungă şi linia mai scurtă şi permit astfel o mai bună repartiţie a sarcinilor, deci o mai bună utilizare a conductoarelor, o scădere a pierderilor şi în sfîrşit o creştere globală a capacităţii de transport a celor două linii funcţionînd în paralel, care justifică cheltuielile suplimentare făcute pentru instalarea bateriei de condensatoare serie [15].

Acesta a fost scopul instalării bateriei de condensatoare serie la Alfta, pe o linie a reţelei suedeze de 225 kV.

7.5. Reglajul repartiţiei sarcinilor într-o reţea buclată

Într-o reţea buclată, servind ca suport pentru schimbările sezonier variabile de putere, poate fi util de a modifica repartiţia sarcinilor în funcţie de orientarea generală a traficului de putere spre consumatori pe căi tot mai scurte [5]. În această privinţă, condensatoarele serie pot juca un rol asemănător autotransformatoarelor sau defazoarelor statice. Condensatorul serie s-a arătat în acest scop mai avantajos ca defazoarele statice din următoarele motive :

a) Este autoregulator în funcţie de sarcină ;

b) Punerea sau scoaterea din serviciu, total sau parţial, a bateriei se efectuează prin scurtcircuitarea sau şuntarea, cu ajutorul unui aparataj mult mai simplu şi mult mai robust ca dispozitivele de reglaj sub sarcină al defazorilor, şi în sfîrşit pentru că

c) preţul bateriei de condensatoare serie este puţin influenţat de tensiunea de serviciu, în timp ce această valoare face să crească mult preţul defazoarelor.

8. Perturbaţii secundare care se ivesc la utilizarea condensatoarelor serie

Introducerea capacităţilor serie pe liniile de transport poate conduce — pentru anumite situaţii — la fenomene auxiliare neplăcute. Practica a arătat că aceste perturbaţii secundare apar abia la grade de compensare mai mari de 0,5...0,6.

Perturbaţiile mai importante produse de compensarea capacitivă longitudinală a liniilor sînt :

8.1. Acroşajul hiposincron al motoarelor asincrone

Acest fenomen face ca motoarele asincrone să nu mai ajungă la viteza lor nominală, producînd în acelaşi timp curenţi foarte deformaţi de joasă frecvenţă.

Dacă se ia, de exemplu, un motor asincron alimentat printr-un cablu de lungime mare şi dacă se taie alimentarea lăsînd cablul conectat la motor, se poate ca în acest caz capacitatea cablului să fie suficientă pentru ca maşina să se amorseze în generator asincron. Se poate astfel explica electrocutarea persoanelor care au atins un conductor legat la motor după deconectarea întreruptorului de alimentare.

Să vedem acum cum se prezintă fenomenul autoexcitării unui motor asincron alimentat printr-o linie compensată cu condensatoare serie. În anumite condiţii, motorul asincron poate să dea naştere, pornind de la o anumită viteză, la un curent de autoexcitaţie de o frecvenţă independentă de alimentare şi dependentă de circuitul serie R, L şi C pe care este alimentat. După închiderea întreruptorului, motorul porneşte şi cînd atinge o anumită viteză, el se autoexcită şi debitează putere în reţeaua exterioară la frecvenţa curentului de autoexcitaţie. Rezultă un cuplu rezistent foarte puternic care frînează maşina atît de mult, încît viteza nu poate depăşi o anumită valoare inferioară vitezei de sincronism (acroşaj hiposincron) [10].

Este interesant de remarcat că maşina funcţionează simultan în motor pentru curentul normal de 50 Hz al reţelei şi în generator pentru curentul autoexcitat, echilibrul cuplurilor realizîndu-se pentru o turaţie mai mică ca cea nominală a motoarelor. Autoexcitaţia prezintă deci un caracter grav pentru că antrenează imposibilitatea pornirii normale şi punerea în funcţiune a motoarelor asincrone.

Fenomenul este întîlnit în reţelele de medie tensiune de alimentare a întreprinderilor industriale. Posibilităţile de producere a fenomenului în reţelele cu caracter rural sau la consumatorii din centre de consum alimentate de linii de foarte înaltă tensiune sînt foarte reduse.

8.2. Fenomene de ferorezonanţă

În cazul alimentării prin condensatoare serie a transformatoarelor, slab încărcate sau funcţionînd în gol, pot apărea oscilaţii de frecvenţă mai joasă ca frecvenţa reţelei, şi anume într-un raport de număr întreg, ca de exemplu 50/3, 50/4, 50/5, etc. Hz. Apariţia acestor oscilaţii subarmonice se datorează unor fenomene de ferorezonanţă între condensatoarele

serie şi transformatoarele din reţea slab încărcate.

Înlăturarea celor două fenomene amintite mai sus se poate face prin montarea în paralel cu bateria de condensatoare serie a unei rezistenţe avînd o valoare de cel puţin 10 ori reactanţa echivalentă a bateriei. Pentru eliminarea acestor subarmonice produse de transformatoare, este suficientă conectarea în circuit, pentru un foarte scurt timp, a acestei rezistenţe în paralel. Această operaţie s-a arătat (paragraful 5) că se poate face automat de către reductorul de tensiune montat la bornele bateriei de condensatoare.

8.3. Oscilaţiile maşinilor sincrone

S-a observat că rotoarele generatoarelor sincrone au în mare măsură tendinţa spre pendulare, în cazul funcţionării pe linii de

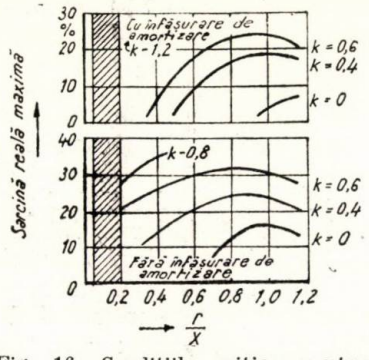


Fig. 16. Condiţiile critice pentru autoexcitaţia oscilaţiilor rotorice (hunting) la utilizarea condensatoarelor serie pentru compensarea longitudinală a liniilor [3].

înaltă tensiune prevăzute cu compensare capacitivă longitudinală. Ele primesc impulsuri din cauza variaţiei continue a sarcinii, a excitaţiei lor, a cuplului motor şi din alte motive. Teoria arată că, în cazul cînd amortizările pozitive produse de rezistenţele circuitului rotoric şi de bobinajele de amortizare prin pierderi şi prin frecări nu sînt mai mari decît amortizările negative produse de raportul dintre R şi X al liniei, se poate ajunge la ieşirea din sincronism a generatoarelor. Raportul $\frac{R}{X}$ al liniei se măreşte o dată cu introducerea condensatoarelor serie pe linie şi deci se introduce implicit pericolul creşterii oscilaţiilor din acest motiv.

În fig. 16 se indică (după AIEE Transactions 1942) două diagrame, corespunzînd generatoarelor cu şi fără bobinaje de amortizare, funcţie de raportul $\frac{R}{X}$ şi de gradul de compensare longitudinală capacitivă x_s, care este raportul critic de încărcare al maşinilor pentru autoexcitaţia oscilaţiilor rotorice (hunting). Din aceste diagrame se poate remarca, de exemplu, că putem scoborî sarcina pînă la 30% din sarcina nominală, chiar la maşini care nu au bobinaj de amortizare, dacă gradul de compensare longitudinală a liniei este 0,6. În aceste condiţii amortizarea oscilaţiilor este încă pozitivă.

*

Toate perturbaţiile secundare arătate reprezintă efectul unor fenomene foarte complexe şi în consecinţă sînt greu de calculat analitic. Ele au fost stabilite în special prin încercări pe modele de reţea. Aceste încercări, ale căror concluzii au fost între timp confirmate de practică, arată că perturbaţiile secundare:

a) Nu cînt de temut la grade de compensare pînă la 0,6.

b) Nu pot fi eliminate în mod sigur la grade de compensare mai mari şi chiar la supracompensare [3].

9. Concluzii

Utilizarea condensatorului serie în transportul la foarte înaltă tensiune aduce importante avantaje economice şi importante îmbunătăţiri a condiţiilor de transport. Utilitatea compensării longitudinale capacitive poate fi dovedită iniţial (exemplul liniilor de 400 kV CHE Kuibîşev-Moscova) sau ulterior, pe măsură apariţiei necesităţii de sporire a capacităţii de transport sau de realizare a unei repartiţii economice a sarcinilor între mai multe linii paralele, de aceeaşi tensiune, construite în etape diferite (exemplul bateriei de la Chehalis din S.U.A. în reţeaua de 230 kV aparţinînd de BPA). Alegerea locului şi gradului optim de compensare al unei baterii de condensatoare serie trebuie făcută pe baza unor calcule tehnico-economice comparative ţinînd seama de protecţia prin relee adoptată pentru linia respectivă. În sfîrşit, la proiectarea dispozitivelor de protecţie contra supratensiunilor ce pot apărea la bornele bateriei de condensatoare serie se va ţine seama şi de perturbaţiile secundare ce pot apărea în reţeaua alimentată de linia longitudinal compensată cu condensatoare serie.

Bibliografie

[1] Barozzi Fr.: *Condensatoare in serie nelle linee di distribuzione a medie tensione.* L'Elettrotecnica, vol. XXXIX, nr. 10 (1952), pag. 495–505.

[2] Lesch G.: *Quelques remarques au sujet de la capacité de transport de lignes à très haute tension et de leur construction moderne.* Bull. ASE nr. 20 (1956), pag. 913–923.

[3] Schulze H.: Die Anwendung des Reihenkondensators in der Kraftübertragung Energie Technik (1955), nr. 3, pag. 106–114.

[4] Ministerul Centralelor Electrice al U. R. S. S.: *Dalnîia electroperedacia 400 kV Kuibîşevskaia GES* — Moscova, Gosenergoizdat, Moscova (1956), pag. 3–19.

[5] Cahen Fr.: *L'emploi des condensateurs série dans les réseaux de transport et de distribution de l'énergie électrique.* Bull. de la Soc. Française nr. 8 (1951), pag. 477–491.

[6] Pélissier M. René : *La protection des condensateurs série contre les perturbations externes et les défauts internes.* Bull. de la Soc. Française nr. 8 (1951), pag. 492—497.
[7] Azariev D. I., Venikov V. A., Sokolov N. N. : *Scheme de linii de transportul energiei electrice foarte lungi, cu capacitate mare de transport.* Electricestvo nr. 12 (1953) (traducere), pag. 3—15.
[8] Hunziker G. : *Wirtschaftliche Probleme und schweizerischer Ausblick der 380 kV Uebertragung.* Bull. ESE nr. 4 (1953) pag. 125—128.
[9] Dejou N. Alexis : *L'installation de batteries de condensateurs série sur une ligne a 10 kV de la région lyonnaise.* Résultats d'exploitation. Bull. de la Soc. Française nr. 8 (1951), pag. 498—502.
[10] Satche M. Pierre : *L'autoexcitation par condensateurs des machines asynchrones.* Bull. de la Soc. Française nr. 8 (1951), pag. 503—506.
[11] Rusk A., Rathsman E. G. : *The Svedish 380 kV transmision system.* ASEA Journal, vol. 22, nr. 7 (1949), pag. 107—117.
[12] Rokotian S. S. : *Transportul energiei electrice de la centrala hidroelectrică Kuibîşev la Moscova.* Energeticianul nr. 1 (1953) (traducere), pag. 6—13.
[13] Berger K. : *Isolation und Ueberspannungen, Stabilität der Höchstspannungesbertragung.* Bull. ASE nr. 4 (1953), pag. 129—137.
[14] Hauser W.: *Spannungshaltung und Kurzschluss-Schutz im Betrieb mit 380kV—Anlagen,* Bull. ASE, nr. 4 (1953), pag. 137—141.
[15] Cahen M. F., Pélissier M. R., Dejou M. A., Satche M. P. : *Discuţii asupra rapoartelor indicate mai sus la* B5, *B6, B9 şi B10.* Bull. de la Soc. Française nr. 18 (1952), pag. 342—348.
[16] Jancke G., Rusck S.: *Stabilité des réseaux et reglage de tensions, puissance, fréquence.* Rapport CIGRÉ (1952), nr. 336.
[17] Artemiev D. E., Marcenko E. A., Poleak G.I.: *Instalaţii pentru compensarea capacitivă longitudinală în reţelele de 110 şi 220 kV.* Electricestvo nr. 8 (1956) (traducere), pag. 58—70.
[18] Gherşengorn : *Dezvoltarea sistemului de 380 kV în Suedia.* Electricestvo nr. 8 (1953) (traducere), pag. 145—149.
[19] Marcenko E. A. : *Supratensiuni în instalaţiile de compensare longitudinală.* Electricestvo nr. 12 (1953) (traducere), pag. 15—20.
[20] Iacub I. A. : *Compensarea capacitivă longitudinală a liniilor electrice de transport de 220 kV.* Centrale Electrice nr. 7 (1953) (traducere), pag. 103.
[21] Iacub I. A. : *Compensarea capacitivă longitudinală a liniilor de transport de energie electrică de 380 kV din Suedia.* Centrale Electrice nr. 1 (1955) (traducere), pag. 117—122.
[22] Rokotian S. S. : *Peredacia elektriceskoi energhii na dalnie rastoiania.* Gosenergoizdat (1956), pag. 10—59.
[23] Black P. M., Lischer L. F.: *The application of a series capacitor to a syncronous condenser for reducing voltage flicker* AIEE Transactions (1951), part. I, pag. 144—150.
[24] Fallou J.: *Les réseaux de transmission d'énergie,* Paris (1935), Gauthier-Villars, Editeur, pag. 41—65.
[25] Faniiţki. V. M.: *Folosirea condensatoarelor sub presiune în instalaţiile de compensare longitudinală.* Electricestvo nr. 4 (1955) (traducere), pag. 150—151.
[26] Rennée V. T., Fainiţki V. M.: *Compensarea capacitivă longitudinală a liniilor de transport de energie electrică.* Electricestvo nr. 8 (1952), pag. 85—88.
[27] Minder P. M.: *Batteries de condensateurs shunt dans des réseaux moyenne et haute tension.* Bull. ASE nr. 2, (1957), pag. 37—40.
[28] Rozovski I. A.: *Consideraţii asupra proceselor ondulatorii în analiza stabilităţii statice a transportului de energie electrică la distanţe mari.* Electricestvo nr. 3, (1953) (traducere), pag. 19—27.
[29] Pospelov G. E.: *Despre mărirea stabilităţii dinamice a liniilor de transport de energie electrică de lungime mare.* Electricestvo, nr. 6 (1953) (traducere), pag. 20—27.
[30] Pospelov G. E.: *O predelnoi kompeñsaţii parametrov electroperedaci.* Electricestvo nr. 2 (1952), pag. 12—16.
[31] Herlitz I.: *Economic potentialities of the series capaciliv.* ASEA Journal, vol. 23 (1950), nr. 5—6, pag. 72—76.
[32] Knudsen N.: *Technical problems arising from the use of series capacitors.* ASEA Journal, vol. 23, anul 1950, nr. 5—6, pag. 77—82.
[33] Zetterstedt B.: *A 220 kV series capacitor.* ASEA Journal, vol. 23 (1950), nr. 5—6, pag. 83—88.
[34] Omori T., Ueda H., Oshima K.: *Quelques aspects techniques de condensateurs à haute tension au Japon.* Rapport CIGRÉ (1954), nr. 304.
[35] Yamada T., Omori T.: *Quelques problèmes techniques des condensateurs-série.* Rapport CIGRÉ (1954), nr. 305.
[36] Jancke G., Smedsfelt K. S., Hjertberg P. G., : *Condensateurs série a 380 kV en Suède.* Rapport CIGRÉ (1954), nr. 322.
[37] Black L. H.: *Aspect économique de la régulation de tension de lignes de transport d'énergie au moyen de condensateurs série.* Rapport CIGRÉ (1956), nr. 312.
[38] Ahlgren L., Grundmark B.: *Eclateurs á auto-excitation dans les installations de grands condensateurs série.* Rapport CIGRÉ (1956), nr. 317.
[39] Demuth O. A.: *Installations de condensateurs série 230 kV en U.S.A.* Résumé de l'expérience d'exploitation et des performances obtenues. Rapport CIGRÉ (1956), nr. 318, Annexe II.
[40] Jancke G., Smedsfelt S.: *Progrès récents et expérience d'exploitation des condensateurs série à 220 et 380 kV en Suède.* Rapport CIGRÉ (1956), nr. 318, Annexe III.
[41] Yermolenko V. M., Petrof S. J.: *L'effet des condensateurs série sur le fonctionnement des relais.* Rapport CIGRÉ (1956), nr. 323.
[42] Demuth O. A., Harrington E. J.: *Installation de condensateurs-série à 230 kV sur le réseau de la Bonneville Power Administration.* Rapport CIGRÉ (1954), nr. 327.
[43] Nordell R. H., Högfeldt L., Linderholm S., : *La rigidité diélectrique des condensateurs-série.* Rapport CIGRÉ (1954), nr. 340.
[44] Witzke R. L., Nichelson E. L.: *Technical problems associated with the application of a capacitor in series with a synchronous condenser.* AIEE Transactions (1951), part. I, pag. 519—525.
[45] Crary S. B.: *Long distance power transmission.* AIEE Transactions (1950), volume 69, pag. 834—844.
[46] Gogolin A. A., Levitzki K. K., Mirolubov A. V., Sergejev V. N., Rocotjan S. S., Sokolov B. V.: *Ligne de transport d'énergie à 400 kV Kouibychev-Moscou et sous station à 400 kV.* Rapport CIGRÉ (1956), nr. 413.
[47] Parteni Cezar Antoni: *Studiu tehnico-economic pentru ameliorarea factorului de putere.* Studii şi cercetări de energetică, tomul III, anul (1953), pag. 195—221. Editura Academiei Republicii Populare Romîne.
[48] Electricité de France: *Plan général de développement de l'Electricité en Egypte* (Rapports particuliers), vol. II, septembre (1955), Imprimeurs J. E R. Sennac. Paris.
[49] Cahen F., Rathsman B., Magnien M., Zetterholm D.: *Caracteristiques et conts de lignes à très haute tension (220 à 380 kV) munies de conducteurs simples et des conducteurs disposés en faisceaux.* Rapport CIGRÉ (1956), nr. 414.
[50] Jancke G., Lalander S.: *Transport d'énergie sous tension de 400 kV ou superieure en Suède.* Rapport CIGRÉ (1956), nr. 411.
[51] Zaleski A. M.: *Transportul energiei electrice.* Editura Tehnică (1951), pag. 338—367 şi 368—383.

621.316.1 : 621.3.016.351

Comparaţie între diferite tipuri de scheme echivalente

ECATERINA ARIE *) *şi PETRE NICOLAE* **) *— Bucureşti*

Din compararea diferitelor scheme echivalente folosite în calculele aproximative de regimuri staţionare şi de stabilitate statică, se deduc domeniile de utilizare a acestora. Concluziile sînt ilustrate cu un exemplu de calcul al stabilităţii statice a unei reţele arborescente.

În calculele aproximative ale regimurilor staţionare şi în calculul stabilităţii statice, se folosesc diferite metode de reducere a schemelor complexe la scheme echivalente mai simple. Aceste metode urmăresc înlocuirea unei ramuri a reţelei, printr-o schemă echivalentă, care să reproducă cu cît mai mare fidelitate caracteristicile :

$$P = f(U) \text{ şi } Q = f(U).$$

Asupra schemei de echivalat, s-au făcut — în toate cazurile — aceleaşi ipoteze simplificatoare, şi anume :

— fiind vorba de regimuri staţionare, se consideră că frecvenţa este constantă, sau că variaţia acesteia este neglijabilă, ipoteză acoperitoare în calculele de stabilitate statică ;

— diversele elemente ale schemei au fost considerate simetrice, iar eventualele defecte nesimetrice au fost considerate ca fiind înlocuite prin şunturi echivalente ;

— toate impedanţele reţelei au fost considerate constante. Transformatoarele şi liniile de transport au fost înlocuite prin impedanţe sau scheme în π, în care caz impedanţele transversale au fost înglobate în consumatori ;

— pentru consumatorii din nodurile intermediare ale ramurii studiate, s-a considerat una dintre caracteristicile următoare :

— maşina sincronă ;
— $P = \text{constant}$; $Q = Q_0 U^2$;
— $P = P_0 U^2$; $Q = Q_0 U^2$.

S-a considerat că un consumator cu o caracteristică mai complexă poate fi redus la o sumă de consumatori elementari, avînd caracteristicile de mai sus.

Schemele echivalente comparate au fost : a) un generator cu f. e. m. constantă şi reactanţă constantă ; b) generator (ca la a) debitînd pe un consumator cu una dintre caracteristicile de mai sus.

În cele ce urmează, s-a analizat numai reducerea schemelor cu un singur nod intermediar, metodele indicate putînd fi folosite pentru reducerea unor reţele oricît de complexe, reducînd pe rînd cîte un nod.

S-au urmărit acele metode de echivalare simple, aplicabile în calculele aproximative şi adecvate, în special, pentru calculul grafic după metoda P. Dimo [1].

*) Ing. *Ecat. Arie* este cercetător principal Secţia Electroenergetică a Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.
**) Ing. *P. Nicolae* este cercetător ajutător Secţia Electroenergetică a Institutului de Energetică al Academiei R.P.R.

De aceea, s-au neglijat, în general, rezistenţele longitudinale, iar pentru cazurile unde neglijarea nu este posibilă, s-a indicat o metodă de corecţie, modificînd consumatorul echivalent.

Diferitele tipuri de scheme echivalente studiate au fost sintetizate în tabelele 1—4.

TIPURI DE SCHEME ECHIVALENTE

Generatoare echivalente

1 1 şi **1. 2.** *Generatoare echivalente în absenţa consumatorilor locali de putere activă şi în cazul unghiurilor constante între forţele electromotoare sau între curenţii debitaţi*

În cazul unui grup de maşini sincrone cu f. e. m. constante, lucrînd cu unghiuri constante între rotoare, cum şi în cazul generatoarelor debitînd curent constant la factori de putere egali (sau sub unghiuri constante), dacă nu există consumatori intermediari de putere activă, se poate determina un generator echivalent, care reproduce întocmai caracteristicile sistemului, dacă se cunosc trei din următoarele patru elemente :

I_0 — curentul de scurtcircuit de mers în gol, corespunzător tensiunii U a nodului de interconexiune ;

I_s — curentul de scurtcircuit debitat pe bara de interconexiune, în condiţiile date de funcţionare a generatorului ;

$\frac{P}{U}$ — componenta activă a curentului debitat pe bara de interconexiune ;

$\frac{Q}{U}$ — componenta reactivă a curentului debitat pe bara de interconexiune.

Diagrama de funcţionare a generatorului echivalent este reprodusă în fig. 1.

$$\alpha = \frac{U}{x} + \frac{Q}{U} = I_0 + I \sin \varphi = I_s \cos \delta. \quad (1)$$

$$\beta = \frac{P}{U} = I \cos \varphi = I_s \sin \delta. \quad (2)$$

Acest generator echivalent reproduce în mod riguros caracteristicile externe ale schemei de echivalat, în condiţii de funcţionare corespunzătoare ipotezelor pentru care a fost dedus.

Este evident că acelaşi generator echivalent rezultă şi atunci cînd tensiunea într-unul dintre nodurile intermediare este constantă şi care, în acest caz, va fi considerată ca forţă electromo-

toare a unui generator echivalent. În cazul acesta, trebuie verificat dacă nu se impune o corecţie, pentru a ţine seamă de efectul rezistenţelor longitudinale (v. anexa 1).

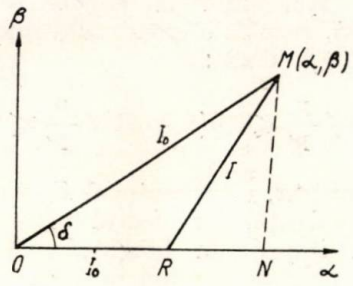


Fig. 1

2 1. *Generator echivalent al unui sistem oarecare folosind echivalenţa curenţilor de scurtcircuit.* Prin analogie cu cazurile din §. 1. 1. şi 1. 2. se poate încerca folosirea curentului de scurtcircuit de mers în gol pentru construirea diagramei de funcţionare a unui generator echivalent în alte cazuri mai generale ; de exemplu, pentru reprezentarea unui nod, la care sînt conectate mai multe maşini sincrone şi un consumator avînd o caracteristică oarecare de putere activă, iar o caracteristică a puterii reactive de tipul unei reactanţe ($Q = Q_0 U^2$).

Curentul de scurtcircuit echivalent I_s' raportat la nodul **1** de tensiune U' (scurtcircuit în punctul **1** v. fig. *a* din tabela 2—1), se determină grafic, după cum se arată în fig. e_1 în tabela 2—1.

Dacă nodul **1** este legat de nodul **0** printr-o reţea avînd reactanţa echivalentă x, diagrama de funcţionare — în raport cu nodul **0** — va fi cea din fig. e_2 din tabela 2—1.

Trecerea de la diagrama generatorului echivalent raportată la nodul **1** (fig. e_1) la diagrama aceluiaşi generator echivalent în raport cu nodul **0** se face cu uşurinţă ţinînd seamă de curentul rezultant care îşi păstrează amplitudinea şi unghiul de decalaj faţă de f. e. m. a generatorului echivalent, respectiv faţă de vectorul reprezentînd curentul de scurtcircuit.

Între cele două diagrame, există deci relaţiile :

$$\overline{OM} = \frac{X_e}{X'_e}\overline{O'M'}\ ;\ \overline{MR} = \overline{M'R'}\ ;\ \sphericalangle O'M'R' = \sphericalangle OMR,$$

relaţii valabile ori de cîte ori se poate reduce sistemul la un generator echivalent.

În felul acesta, dacă se cunoaşte caracteristica de funcţionare a reţelei de echivalat în raport cu bara **1** (locul geometric al punctului M'), se poate construi punct cu punct caracteristica de funcţionare în raport cu nodul O (locul geometric al punctului M).

Întrucît, la construirea acestei diagrame, nu s-a pus nici o condiţie privind variaţiile în jurul punctului de funcţionare pentru care a fost construită, ea nu va reproduce, în general, nici variaţiile locale şi nici variaţiile finite ale regimului de funcţionare.

Chiar dacă este respectată ipoteza unghiurilor constante între forţele electromotoare ale generatoarelor, acest generator echivalent conduce la erori, deoarece puterea activă P, debitată de el, diferă de suma puterilor debitate de generatoarele din schema de echivalat (P_0). În fig. 2 este reprezentat domeniul în interiorul căruia acest generator echivalent poate fi folosit, fără ca erorile să depăşească 10% (respectiv 3%).

Dacă acest generator echivalent este folosit în cazurile în care, la variaţii ale regimurilor, variază unghiurile dintre vectorii reprezentativi ai generatoarelor sistemului de echivalent, acest fapt constituie o nouă sursă de erori. Dacă se foloseşte acest generator echivalent pentru reprezentarea unui sistem ale cărui generatoare funcţionează cu putere activă constantă, se poate face o verificare acoperitoare a erorii introduse, luînd valoarea maximă a raportului $\frac{\sin \delta_i}{\sin \delta}$ (în care : δ_i este unghiul intern al unuia dintre generatoare, iar δ este unghiul intern al generatorului echivalent). Acest raport se reprezintă pe axa absciselor în diagrama din fig. 2 (în loc de $\frac{P}{P_0}$), pentru a verifica dacă eroarea nu întrece limitele admisibile.

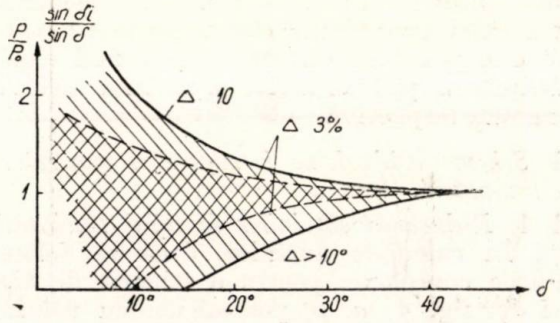


Fig. 2

3. *Generator echivalent în calculul stabilităţii statice* (la puterea debitată constantă)

Pentru a putea reproduce, în mod fidel, variaţiile locale şi cu aproximaţie variaţiile finite, se pune condiţia ca generatorul echivalent să debiteze aceleaşi puteri active P şi reactive Q ca şi reţeaua de echivalat şi să reproducă, de asemenea, derivatele acestor puteri în raport cu tensiunea, în nodul considerat [5].

Generatorul echivalent, determinat în felul acesta, reproduce în mod riguros variaţiile locale ale sistemului, în condiţiile pentru care a fost construit. Dacă se păstrează aceleaşi condiţii pentru un domeniu mai larg de funcţionare, acelaşi generator echivalent va reproduce cu aproximaţii variaţiile finite. Curbele din fig. 3

indică domeniul de variaţie a tensiunii, pentru care eroarea de determinare a derivatei $\frac{dQ}{dU}$ nu depăşeşte 10%. Se observă că, dacă raportul p tinde către 1, se poate folosi un singur generator echivalent şi pentru domenii mai largi de variaţie şi chiar pentru determinarea tensiunii critice. Dacă p este mic, tensiunea critică poate fi determinată cu ajutorul acestei metode numai prin aproximaţii succesive, determinînd un nou

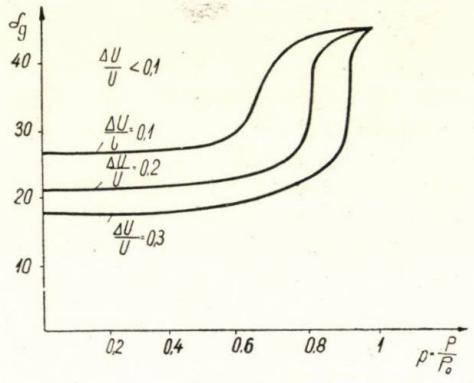


Fig. 3

generator echivalent pentru fiecare regim de funcţionare considerat. Deci, în acest caz, metoda nu este utilă. Această metodă este indicată, în special, în cazurile în care se caută schema echivalentă a unei ramuri ai cărei parametri variază puţin în diversele regimuri considerate, dar a cărei contribuţie este importantă, astfel încît este necesară cunoaşterea cît mai exactă a derivatelor puterii active şi reactive debitate de ramura respectivă.

4. *Scheme echivalente formate din generatoare şi consumatori.*

4. 1. *Reducerea sarcinilor de tipul unei rezistenţe.* În calculele analitice, dacă se folosesc mărimile complexe, pentru o schemă de tipul celei din fig. 4, *a*, se pot calcula cu uşurinţă impedanţele proprii şi reciproce, astfel încît un asemenea element de reţea poate fi utilizat direct într-o schemă radială.

În calculele simplificate sau în calculul grafic, în care pentru impedanţele longitudinale se

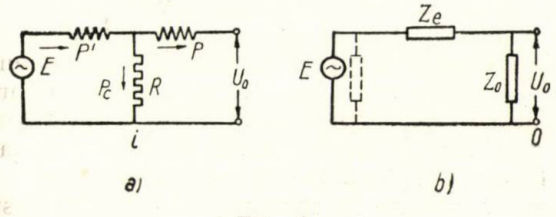


Fig. 4

folosesc numai reactanţe, o asemenea schemă se va înlocui cu o schemă de tipul celei din fig. 4, *b*.

Dacă se va lua aproximativ:

$$Z_e = X + x; \quad Z_0 = R' = R\frac{X+x}{X} \qquad (3)$$

(aruncarea rezistenţei la capete, după legea momentelor), rezultă o eroare mai mică de 10% (respectiv 1%), dacă:

$$\frac{X}{X+x} \leqslant 0{,}3 \text{ şi } \frac{P_c}{P'} \leqslant 0{,}5 \text{ (respectiv } \frac{P_c}{P'} \leqslant 0{,}3). \qquad (3')$$

În caz contrar, consumatorul Z_0 va fi format dintr-o impedanţă, iar efectul termenului real negativ în impedanţa longitudinală poate fi corectat, după cum se arată în anexa 1.

4. 2. *Schema echivalentă generator-conductanţă.* Pentru a construi schema echivalentă a unui sistem format dintr-un număr de maşini sincrone debitînd puteri active primare constante şi din consumatori cu caracteristici statice de putere activă şi reactivă oarecare, se va completa generatorul echivalent de la § 3. 1 cu o conductanţă G, alimentată la bornele de tensiune U'. [2] Valoarea acestei conductanţe este:

$$G = -\frac{\frac{dP}{dU'}}{2U'}. \qquad (4)$$

În mod analog celui din fig. *e* din tabela 3. 1, se determină generatorul echivalent luînd un punct M de coordonată β:

$$\beta = \frac{P_m}{U'} = \frac{P}{U'} - \frac{1}{2} \cdot \frac{dP}{dU'} \qquad (5)$$

şi trasînd un cerc ce trece prin punctul M, avînd centrul în a:

$$aN' = \frac{1}{2} \cdot \frac{dQ'}{dU'} - \frac{Q}{U'} = \Delta. \qquad (6)$$

Punctul O, ce determină diagrama de funcţionare a generatorului echivalent, se găseşte la intersecţia acestui cerc cu axa absciselor.

Această schemă echivalentă are un caracter general; ea nu impune nici o condiţie restrictivă caracteristicilor statice ale consumatorilor din schema de echivalat, dacă problema care se pune este aceea a verificării stabilităţii statice pentru un regim de funcţionare dat. În cazul analizării unei serii de regimuri apropiate, această schemă echivalentă va fi adecvată, cu condiţia ca o caracteristică de tipul unei rezistenţe ohmice să reproducă în mod suficient de fidel caracteristica reală a consumatorilor de putere activă din reţeaua de echivalat. Dacă această caracteristică tinde către caracteristica consumatorului de putere constantă, acest caz se reduce la cazul analizat în § 3. 1, fiind valabilă diagrama din fig. 3 pentru determinarea domeniului de valabilitate.

4. 3. *Reducerea sarcinilor constante.* Prin analogie cu metoda reducerii la capetele liniei a consumatorilor de putere activă de tipul unei rezistenţe constante, s-a urmărit găsirea unei metode pentru reducerea consumatorilor de putere activă constantă.

O schemă de tipul celei din fig. *a* tabela 4. 3. poate fi redusă la schema din fig. *b* tabela 4. 3. ; în ipoteza că puterile P şi P' sînt constante şi forţa electromotoare a generatorului G este constantă, puterile P_e şi P_{ce}, cum şi forţa electromotoare a generatorului echivalent vor fi, de asemenea, constante. Punînd condiţia identităţii puterilor active şi reactive debitate în sistem şi făcînd o serie de aproximaţii, se obţine următoarea relaţie simplă pentru determinarea puterii generatorului echivalent :

$$P_e \cong P_0 \frac{X}{X + x} \qquad (7)$$

(regula momentelor aplicată puterii generatorului echivalent).

Consumatorul echivalent rezultă, în acest caz, în felul următor :

$$P_{ce} = P_e - P. \qquad (8)$$

Această relaţie este acoperitoare din punctul de vedere al stabilităţii statice, dacă $p = \frac{P}{P_0} \leqslant$ $\leqslant 0{,}7$. Erorile rămîn în limitele admisibile dacă $\delta \geqslant 20°$.

Întrucît pentru $p > 0{,}7$, metoda — deşi nu conduce la erori mari — nu este acoperitoare din punct de vedere al stabilităţii statice, se poate folosi în acest caz expresia $P_e = P'_0$, care este acoperitoare în domeniul $p > 0{,}7$, din punctul de vedere al stabilităţii statice.

Întrucît expresia (7) este aproximativă, această metodă va conduce la o aproximaţie în determinarea derivatei $\frac{dQ}{dU}$ şi, deci, în determinarea puterii reactive în alte regimuri. Mărimea erorii depinde, în primul rînd, de valoarea raportului $\frac{x}{X}$. Eroarea rămîne mai mică de 15%, în cazul cînd $\frac{x}{X}$ este mai mic decît 0,3 şi scade în cazul cînd acest raport scade şi în cazul cînd unghiul intern al generatoarelor din reţeaua de echivalat creşte.

Întrucît puterea generatorului echivalent nu depinde nici de δ şi nici de valoarea f. e. m., iar ordinul de mărime al erorii rămîne acelaşi la variaţii ale unghiului δ, această metodă aproximativă de reducere a sarcinilor este indicată în studiul unei serii de regimuri, ce diferă între ele numai prin variaţii ale tensiunii sau prin variaţia excitaţiei generatoarelor, cum şi în calculul tensiunii critice.

Dacă produsul $\frac{P}{P_0} \cdot \frac{x}{X + x}$ este mai mic de 0,10 — 0,15, se poate folosi şi expresia :

$$P_{ce} = P_e \frac{X}{X + x} \qquad (9)$$

adică reducerea consumatorilor după regula momentelor.

4. 4. *Schema echivalentă generator-sarcină constantă.* Metoda de reducere a sarcinilor constante poate fi folosită şi pentru calculul unei scheme mai complexe decît cea din paragraful anterior. Astfel, pentru orice sistem debitînd o putere constantă în reţea, se poate găsi o schemă echivalentă formată dintr-un generator echivalent, avînd o reactanţă egală cu reactanţa de scurtcircuit a sistemului considerat şi avînd conectată la bare o sarcină locală echivalentă, care să debiteze în acest sistem aceeaşi putere activă P şi aceeaşi putere reactivă Q ca şi sistemul de echivalat, cu aceeaşi derivată $\frac{dQ}{dU}$.

Puterea activă a acestui generator echivalent rezultă din abscisa punctului de intersecţie al unui semicerc avînd diametrul $\overline{OT}$, cu paralela la axa ordonatelor dusă prin punctul de funcţionare M. $\overline{OT}$ este subtangenta curbei de funcţionare, iar în cazul mai multor generatoare debitînd puteri constante :

$$\overline{OT} = \overline{OT_1} + \overline{O_1T_2} + \ldots + \overline{O_{n-1}T_n}$$

(v. fig. e din tabela 4. 4).

Metoda este indicată, în special, în cazurile în care puterea activă cerută de consumatorul local este aproape constantă. În caz contrar, pentru a obţine o mai bună aproximaţie, se poate înlocui consumatorul printr-o conductanţă şi printr-un consumator de putere constantă, iar apoi se face, în prealabil, transfigurarea schemei, ţinînd seamă şi de conductanţa determinată în acest fel.

Erorile metodei sînt cu atît mai mici cu cît puterea generatorului echivalent este mai apropiată de suma puterilor generate în sistem.

Pentru găsirea diagramei echivalente faţă de un alt nod al reţelei, se foloseşte metoda reducerii sarcinilor constante (v. § 4. 3).

Concluzii

Din compararea diferitelor scheme echivalente folosite în calculele aproximative de regimuri staţionare şi de stabilitate statică, rezultă următoarele concluzii privind domeniile de utilizare a diferitelor tipuri de scheme echivalente.

În multe cazuri întîlnite în practică, se justifică utilizarea metodei folosite astăzi în mod curent şi constînd în : a) înlocuirea mai multor generatoare lucrînd în paralel printr-un generator echivalent, determinat cu ajutorul curentului de scurtcircuit şi al puterii active şi

reactive totale; b) înlocuirea consumatorilor de putere reactivă prin reactanţe ce se înglobează în reactanţele generatoarelor — pe baza calculului de scurtcircuit; c) aruncarea sarcinilor active la capete. Această metodă este acoperitoare; ea conduce însă la erori prea mari în următoarele cazuri:

— generatoarele debitînd puteri active constante, unghiurile interne ale acestora diferă mult între ele (raportul $\frac{\sin \delta_i}{\sin \delta_e}$ în care δ_i, δ_e sînt unghiurile interne ale diferitelor generatoare, respectiv ale generatorului echivalent — este exterior domeniului haşurat din fig. 2);

— raportul dintre reactanţa intermediară între două noduri succesive şi reactanţa totală echivalentă este mare;

— raportul dintre puterea consumatorilor locali şi puterea totală generată este mare.

Se poate lua ca o indicaţie asupra mărimii erorii valoarea $\frac{x}{X} \cdot \frac{P}{P_0}$, în care x este reactanţa de legătură dintre două noduri, X este reactanţa echivalentă a ramurii considerate, P este puterea debitată în sistem şi P_0 este puterea totală generată în ramura considerată.

Cînd aceste erori sînt prea mari, se va folosi —după caz — una dintre metodele mai exacte expuse în lucrare. Astfel, generatorul echivalent care debitează putere activă şi reactivă în sistem, avînd aceleaşi derivate de ordinul 1 în raport cu tensiunea ca şi reţeaua de echivalat [2] [5], conduce la rezultate exacte în verificarea stabilităţii statice. El poate fi folosit cu succes la studiul unei serii de regimuri asemănătoare dacă: a) unghiul intern al generatoarelor este suficient de mic, iar raportul dintre puterea debitată şi cea generată în reţeaua de echivalat tinde către 1 (v. diagrama 3) sau dacă b) variaţiile de regim afectează foarte puţin reţeaua de echivalat.

Aruncarea sarcinilor la noduri după regula momentelor aplicată puterii generatorului echivalent ($P_e = P_0 \frac{X}{X+x}$) conduce la erori mici dacă unghiul intern al generatoarelor reţelei de echivalat este mai mare decît 20° şi dacă raportul dintre puterea schimbată de reţeaua de echivalat cu sistemul şi puterea generată este mai mic decît 1 (dacă acest raport tinde către 1 se va lua $P_e = P_0$). Metoda este avantajoasă pentru studiul unei serii de regimuri asemănătoare şi, în special, pentru determinarea stării critice, dacă unghiurile interne ale generatoarelor din ramura de echivalat variază mult. Metoda este acoperitoare din punctul de vedere al stabilităţii statice. Se poate folosi generatorul echivalent avînd acelaşi curent de scurtcircuit de mers în gol, debitînd aceleaşi puteri active şi reactive ca şi reţeaua de echivalat în cazurile următoare: a) dacă unghiurile interne ale generatoarelor din reţeaua de echivalat sînt mici (sub 15°—20°) (v. fig. 2) şi b) dacă raportul dintre puterea debitată spre sistem (sau primită) şi puterea generatoarelor tinde către 1 (v. fig. 2), iar decalajele dintre rotorii acestor generatoare sînt constante sau mici.

Anexa I

Corectarea erorii datorite neglijării rezistenţelor longitudinale

În cazul unui generator cu putere mecanică constantă P_m debitînd puterile active şi reactive P şi Q, pe bara de tensiune U, printr-o impedanţă $Z = Z\,(90° - \alpha)$ dacă se înlocuieşte această impedanţă, prin reactanţa $X \simeq Z$, eroarea de determinare a termenului pozitiv al derivatei $\frac{dQ}{dU}$ este funcţie de unghiul α şi de unghiul intern δ al generatorului echivalent; această funcţie este reprezentată de curba a din fig. 5. Eroarea de determinare a termenului negativ al derivatei $\frac{dQ}{dU}$ este, în general, neglijabilă. Eroarea în determinarea termenului pozitiv este totdeauna pozitivă, ceea ce înseamnă că se poate face în mod acoperitor calculul stabilităţii statice, cu neglijarea rezistenţelor ohmice longitudinale.

Se obţine o micşorare a erorii în cazul cînd se consideră că generatorul debitează o putere activă mai mică decît cea reală:

$$(P_0' = P_0 (1 - \sin \alpha).$$

Curba b din fig. 5 dă valoarea erorii ce se obţine dacă se lucrează cu un generator echivalent debitînd puterea P_0. Se observă că, în acest caz, eroarea este mai mică decît 2% pentru $\alpha < 10^0$.

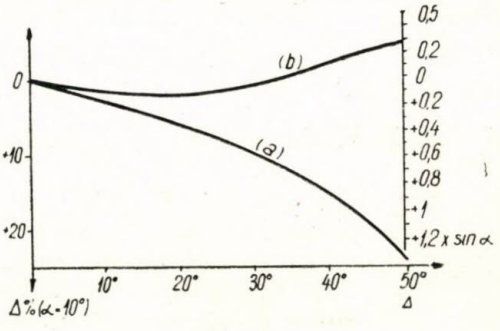


Fig. 5

Anexa II

Calculul stabilităţii statice a unei reţele arborescente prin metoda grafică

I. Determinarea reactanţelor de scurtcircuit şi a tensiunilor pentru fiecare nod

În calculul de faţă, al stabilităţii statice, se cere determinarea derivatei $\frac{dQ}{dU}$ a puterii reactive, în raport cu tensiunea pe bara M a unei reţele arborescente (fig. 6).

În acest scop, se dau puterile active şi reactive debitate de generatoare, consumatorii, reactanţele elementelor de reţea, repartiţia puterilor active şi reactive şi tensiunea în nodul F: $U_F = 110$ kV.

S-au calculat reactanţele de scurtcircuit, echivalente, ale generatoarelor şi ale consumatorilor, cum şi tensiunile pentru fiecare nod în parte. Rezultatele sînt date în tabelele 1, 2 şi 3.

Tabela 1

Reactanţele consumatorilor $x = \frac{U^2}{Q}\,\Omega$

x_A	x_B	x_C	x_D	x_F	x_G	x_H	x_L	x_M
1 210	1 225	1 345	3 020	2 420	180	140	2 580	1950

Tabela 2

Reactanţele de scurtcircuit a fiecare nod

Fără reactanţa consumatorului pe bara respectivă	X_A 1 220	$X_{D\,I}$ 680	X_B 342	X_C 293,3	$X_{D\,II}$ 264,3	X_D 190	$X_{F(D)}$ 321,2	X_G 232	$X_{H\,III}$ 134
Cu consumatorul barei	X'_A 607	— —	X'_B 267	X'_C 240	— —	X'_D 204	— —	X'_G 102	— —

$X_{H\,IV}$ 115,8	X_H 62,5	$X_{K(H)}$ 107,5	$X_{K\,V}$ 232,5	X_K 74	$X_{F(K)}$ 91,3	X_F 61	$X_{L(F)}$ 111	$X_{M(L)}$ 194	$X_{M\,VI}$ 2 118,5
— —	X'_H 43,5	— —	— —	— —	— —	X'_F 59,5	$X'_{L(F)}$ 106	— —	— —

X_{DI} este reactanţa echivalentă de scurtcircuit a ramurii *I* la bara *D*;
$X_{F(D)}$ — reactanţa echivalentă de scurtcircuit la bara *F* a ramurii dinspre bara *D*.

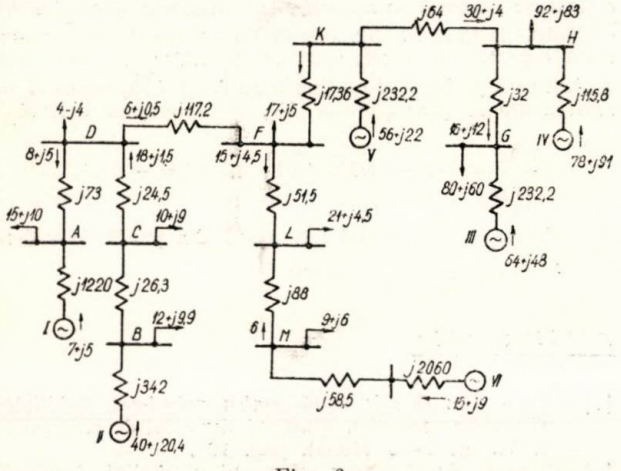


Fig. 6

Tabela 3

Tensiunile la fiecare nod în KV

V_A	V_B	V_C	V_D	V_F	V_G	V_H	V_K	V_L	V_M
111,5	110	110,7	111	110	104	107,7	111,5	107,9	108

II. Schema echivalentă şi calculul grafic al stabilităţii statice a reţelei

Fiecare ramură de reţea se înlocuieşte printr-un generator echivalent şi printr-un consumator de putere activă la bare, care au aceeaşi derivată $\frac{dQ}{dU}$ a puterii reactive, raportată la tensiunea nodului respectiv, ca şi ramura de reţea considerată. Astfel, se construiesc diagramele generatoarelor echivalente pentru fiecare ramură în parte, după cum urmează:

a) *Diagrama generatorului echivalent al ramurii* III *ce debitează pe linia GH.*

Curentul generatorului III are componentele următoare:

$$I_{aIII} = \frac{P_{III}}{V_G} = \frac{64}{104} = 0{,}615 \text{ KA} — \text{componenta activă};$$

$$I_{rIII} = \frac{Q_{III}}{V_G} = \frac{48}{104} = 0{,}46 \text{ KA} — \text{componenta reactivă},$$

iar curentul de scurtcircuit de mers în gol, la tensiunea *U* a barei:

$$I_{0III} = \frac{V_G}{X_G} = \frac{104}{232} = 0{,}448 \text{ KA}.$$

Cu ajutorul acestor valori, se construieşte diagrama generatorului III (fig. 7), în care:

— segmentul $\overline{ON} = \overline{OR} + \overline{RN}$ reprezintă suma curenţilor:

$$I_{0III} + I_{rIII};$$

— $\overline{O_1N}$ reprezintă curentul activ I_{aIII};

— $\overline{OO_1}$ reprezintă curentul de scurtcircuit.

Pentru a determina derivata $\frac{dQ}{dU}$ a puterii reactive, debitată de generatorul III, raportată la tensiunea barei, ne folosim de construcţia grafică din fig. 7. În acest scop,

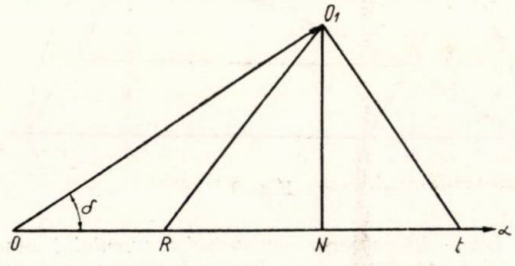


Fig. 7

din punctul O_1 se duce o perpendiculară la dreapta OO_1, până la întretăierea cu axa $O\alpha$ în punctul „*t*" [1].

Derivata $\frac{dQ_G}{dV_G}$ se determină prin relaţia:

$$\frac{dQ_G}{dV_G} = \overline{OT} - 2\overline{ON} = 1{,}32 - 2.0{,}91 = -0{,}5.$$

b) *Diagrama generatorului echivalent al ramurii* III *ce debitează pe bara H* fig. 8.

Puterea activă P_{HIII} a acestui generator se determină din expresia:

$$P_{HIII} = P_{HIII}\frac{X'_G}{X_G + x_{GH}} = P_{GIII}\frac{X'_G}{X_{HIII}} =$$

$$= 64\,\frac{102}{134} = 48{,}6 \text{ MW},$$

deoarece

$$p = \frac{P_{GH}}{P_G} = \frac{16}{64} = 0{,}24 \text{ (v. indic. par. 4.3).}$$

În diagrama din fig. 8, segmentul de dreaptă $\overline{OR}$ reprezintă curentul de scurtcircuit de mers în gol al acestui generator I_{0III} la tensiunea U_H:

$$I_{0III} = \frac{V_H}{X_{HIII}} = \frac{107{,}7}{132} = 0{,}8 \text{ KA,}$$

în care: X_{HIII} este reactanţa echivalentă sau de scurtcircuit a ramurii III la bara H (v. tabela 2), în care se include şi reactanţa consumatorului de putere reactivă conectat la bara G.

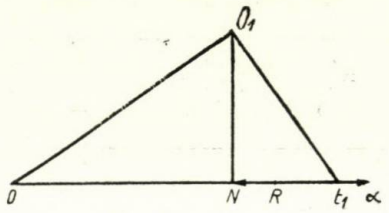


Fig. 8

Segmentul $\overline{RN}$ reprezintă curentul reactiv I_{rHIII} ce circulă de la bara H către G:

$$I_{rH\,III} = \frac{Q_{HG}}{V_H} = \frac{12}{107{,}7} = 0{,}112 \text{ KA.}$$

Segmentul $\overline{NO_1}$ reprezintă componenta activă $I_{aH\,III}$ a curentului generatorului echivalent, iar $\overline{OO_1}$ curentul de scurtcircuit. Pentru determinarea punctului t, se procedează ca la punctul II-a.

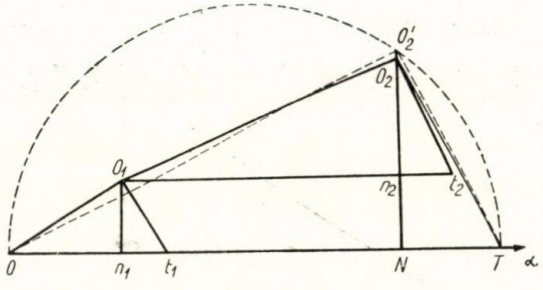


Fig. 9

c) După determinarea componentelor curentului generatorului I V şi a curentului de scurtcircuit de mers în gol al acestuia, se construieşte diagrama generatorului echivalent ce debitează pe bara H (fig. 9), în care:

$\overline{OO_1}$ reprezintă curentul de scurtcircuit al generatorului echivalent al ramurii III, ce debitează pe bara H;

$\overline{O_1n_1}$ — componenta activă a curentului debitat de acest generator;

$\overline{O_1O_2}$ — curentul de scurtcircuit al generatorului IV;

$\overline{O_2n_2}$ — componenta activă a curentului debitat de generatorul IV.

Ducînd o perpendiculară pe dreapta O_1O_2 se determină punctul t_2 la fel ca şi punctul t_1. Suma segmentelor $Ot_1 + \overline{O_1t_2}$ pe axa O determină punctul T, cu ajutorul căruia se determină derivata:

$$\frac{dQ}{dU} = \overline{OT} - 2\overline{ON}.$$

Cunoscînd acest punct, se duce un semicerc cu centrul în punctul S şi raza $OS = \frac{OT}{2}$. Punctul O_2' unde semicercul întretaie prelungirea dreptei $\overline{O_2N}$, determină segmentul $\overline{O_2'N}$, care reprezintă componenta activă a curentului generatorului echivalent. Segmentul $\overline{OO_2'}$ reprezintă curentul de scurtcircuit al acestui generator echivalent.

d) *In mod analog, se construiesc diagramele generatoarelor echivalente pentru toate nodurile.* Din diagrama generatorului echivalent la bara M (fig. 10), în care segmentul $\overline{OO_1}$ reprezintă curentul de scurtcircuit al generatorului echivalent ce debitează pe bara M dinspre bara L, iar $\overline{O_1O_2}$ curentul de scurtcircuit al generatorului VI, se determină derivata:

$$\frac{dQ_M}{dV_M} = OT - 2ON = 1{,}01 - 2.0{,}63 = -0{,}25,$$

de unde reiese că sistemul este stabil din punct de vedere static.

Bibliografie

[1] Dimo P.: *O cale nouă pentru aprecierea stabilităţii sistemelor energetice.* Studii şi Cercetări de Energetică t. V., nr. 1—2 (1955), pag. 121.

[2] Manea F: *Generator echivalent în studiul stabilităţii statice.* Studii şi Cercetări de Energetică. t. VII (1957).

[3] Manea F.: *Condiţii limită de stabilitate statică a sistemelor electroenergetice.* Studii şi Cercetări de Energetică t. VI, nr. 3 (1956).

[4] Arie E., Ionescu S.: *Aproximaţii introduse prin folosirea schemelor echivalente în calculul regimurilor staţionare şi a stabilităţii statice a sistemelor electrice.* Studii şi Cercetări de Energetică t. VII, nr. 4 (1957).

[5] Ionescu S., Manea F.: *Folosirea unui generator echivalent pentru simplificarea schemei reţelelor electrice la studiul stabilităţii statice.* Energetica nr. 5 (1958).

662.9.003.1

Evaluarea consumului de combustibil pentru încălzirea clădirilor folosind metoda cu zile-grade

TRAIAN D. SĂVULESCU *) — București

Se definește noțiunea de zi-grad, stabilindu-se legătura între zile-grade și consumul de combustibil. Apoi, se arată modul de aflare a zile-gradelor și se dau valorile zile-gradelor pentru cîteva localități din R.P.R. Metoda expusă pune la îndemîna cititorilor un mijloc de urmărire rapidă a reducerii consumului de combustibil necesar încălzirii pentru o serie de cazuri mai simple. Pentru soluțiile de termoficare s-a publicat metoda caracteristicilor termice de încălzire care a fost prezentată anterior în Revista Energetica nr. 7/1957, pag. 336.

1. Pierderile de căldură și variația temperaturii exterioare

Se consideră o clădire încălzită la o temperatură interioară uniformă, situată într-o localitate oarecare.

Pierderile orare de căldură ale clădirii se pot exprima prin :

$$Q_h = \Sigma kA\,(t_i - t_e) = (t_i - t_e)\,\Sigma\, kA\,;$$

unde s-a notat cu :

t_i — temperatura interioară ;

t_e — temperatura exterioară ;

A și k — suprafețele de răcire ale diferitelor elemente ale construcției și coeficienții de trecere ai căldurii.

Admițînd că valorile coeficienților de trecere a căldurii sînt independente de temperatură, în limitele obișnuite, rezultă că, pentru o anumită clădire, pierderile calorice se schimbă numai în funcție de variația temperaturii exterioare. Cunoscînd media acestor variații orare, zilnice, lunare și anuale și introducînd-o în formulă, se vor putea determina și pierderile de căldură pentru intervalele de timp respective, întrucît valoarea ΣkA este o caracteristică a clădirii, ușor de calculat prin aplicarea STAS-ului 1907—52.

Schimbările temperaturii exterioare în cursul unei ore nu prezintă nici o importanță tehnică, așa că măsurătorile de acest fel nu se efectuează decît în cazuri cu totul excepționale.

Făcîndu-se media aritmetică a temperaturilor medii zilnice din cursul unei luni, se obține temperatura medie lunară a lunii considerate.

Pentru majoritatea localităților din țara noastră, curba de variație a temperaturilor medii lunare prezintă în cei mai mulți ani minimum în luna ianuarie, iar maximum în iulie.

În cele ce urmează, se prezintă diagrame și tabele întocmite pe baza datelor statistice culese de Institutul Meteorologic al R.P.R., în urma observațiilor zilnice de temperatură efectuate pe un interval de timp cuprins între 20 și 35 de ani.

Factorii climatici au asupra mersului curbei de variația temperaturii anuale înrîuriri foarte importante. Dacă localitatea este aproape de mare, influența ei se face simțită prin atenuarea diferenței dintre maxim și minim.

După datele Institutului Meteorologic din R.P.R., s-a trasat în fig. 1 variația anuală normală a temperaturii aerului pentru București, Constanța și Sinaia. Din diagramă se poate vedea că, pe cînd în București diferența anuală între temperaturile medii lunare este de aproximativ 25,6°C, în Constanța este numai de 22,7°C.

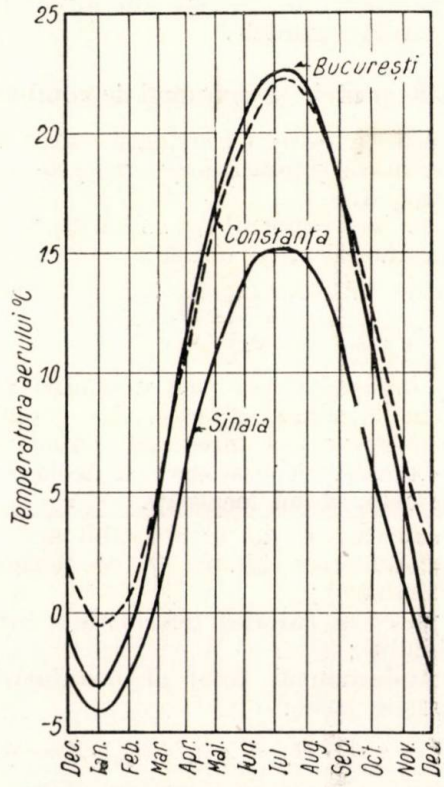


Fig. 1. Variația anuală normală a temperaturii medii lunare pentru București, Constanța și Sinaia.

De asemenea, altitudinea și poziția caracteristică ferită de curenți a unei localități are influență asupra violenței maximelor și minimelor. Astfel, Bucureștiul fiind un oraș deschis, așezat în bătaia Crivățului, are iarna temperatura aproape tot atît de joasă ca și Sinaia, a cărei temperatură coborîtă trebuie pusă în seama altitudinii.

2. Pierderile de căldură și zile-gradele

Numărul zilelor de încălzire înmulțit cu diferența dintre temperatura interioară și temperatura medie exterioară pe tot intervalul de

*) Inginer, IPROCHIM.

încălzire a fost introdus în literatura tehnică cu numele de „zile-grade". Notînd cu Z numărul zilelor de încălzire şi cu $(t_i - t_{em})$ diferenţa dintre temperatura interioară şi temperatura medie exterioară pentru acest interval de timp, se poate scrie pentru zile-grade :

$$G = Z\,(t_i - t_{em}). \qquad (1)$$

Notînd cu q pierderea de căldură a clădirii pe o zi şi pentru fiecare grad al diferenţei dintre temperatura interioară şi temperatura exterioară, se pot scrie pierderile de căldură pentru toată perioada de încălzire, pentru două clădiri identice situate în condiţii climatice diferite, astfel :

$$\left.\begin{aligned} Q_1 &= q\,(t_i - t_{em_1})\cdot Z_1 = q\cdot G_1 \\ Q_2 &= q\,(t_i - t_{em_2})\cdot Z_2 = q\cdot G_2 \end{aligned}\right\} \qquad (2)$$

adică, pierderile de căldură sînt direct proporţionale cu zile-gradele.

3. Zile-gradele şi consumul de combustibil

Mărimea q este o constantă care depinde de dimensiunile şi felul construcţiei şi se exprimă în kcal/zi.grd.

Dacă se face raportul ecuaţiilor (2) în ipoteza clădirilor identice, se obţine :

$$\frac{Q_1}{Q_2} = \frac{G_1}{G_2} \qquad (3)$$

ceea ce înseamnă că, pentru clădiri identice situate în localităţi diferite, dar încălzite la aceeaşi temperatură interioară, raportul pierderilor de căldură este egal cu acela ale zile-gradelor celor două localităţi.

C — cantitatea de combustibil ars pentru producerea căldurii Q (pe perioada de încălzire) ;

H_{ci} — puterea calorică inferioară a combustibilului ;

η — randamentul total al instalaţiei,

se va putea scrie :

$$Q = \eta\cdot C\cdot H_{ci} = q\,(t_i - t_{em})\cdot Z = q\cdot G$$

De unde :

$$C = \frac{Q}{\eta\cdot H_{ci}} = \frac{q}{\eta\cdot H_{ci}}\,G \qquad (4)$$

sau :

$$\frac{C}{G} = \frac{q}{\eta\cdot H_{ci}}\,. \qquad (5)$$

Raportul C/G este numit consumul pe zile-grade şi reprezintă consumul de combustibil, raportat la 1°C diferenţă de temperatură şi o zi.

Din relaţia 5 rezultă că în cazul păstrării constante a elementelor q, η şi H_{ci}, raportul C/G trebuie să se menţină constant.

Dacă acesta variază în decursul exploatării, înseamnă că a intervenit ceva anormal în funcţionare şi trebuie căutate cauzele.

Trebuie menţionat că, la aflarea zile-gradelor pentru cercetarea şi supravegherea exploatării instalaţiilor, nu se vor utiliza zile-grade climatice, care rezultă din curba anuală normală a temperaturii aerului, ci zile-grade meteorologice. Acestea se vor obţine luîndu-se — pentru temperaturile exterioare — temperaturile medii zilnice date de Institutul Meteorologic în anul respectiv, pe perioada de încălzire considerată. Temperaturile medii zilnice se mai pot obţine şi direct de cei interesaţi, dacă citesc zilnic temperatura aerului exterior la orele 8, la 14 şi la 20 şi apoi, pentru aflarea temperaturii medii a zilei, aplică aceeaşi formulă ca şi Institutul Meteorologic R.P.R., şi anume :

$$t = n - c\,(n - M)$$

unde :

n este media aritmetică a celor trei observaţii (orele : 8, 14 , 20) ;

M — minima temperaturii în 24 ore (temperatura de la orele 8) ;

c — coeficientul dedus prin comparaţie cu media adevărată şi care are valorile lunare.

Luna	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
c =	0,10	0,10	0,15	0,18	0,21	0,22	0,22	0,20	0,18	0,16	0,12	0,11

4. Modul de aflare a zile-gradelor

Metoda practică de aflare a zile-gradelor este următoarea : se trasează curba anuală de variaţie a temperaturii aerului exterior, în perioada de încălzire. Se alege limita temperaturii medii a aerului exterior, la care începe încălzirea clădirii şi se deduce în diagramă (fig. 2) dreapta

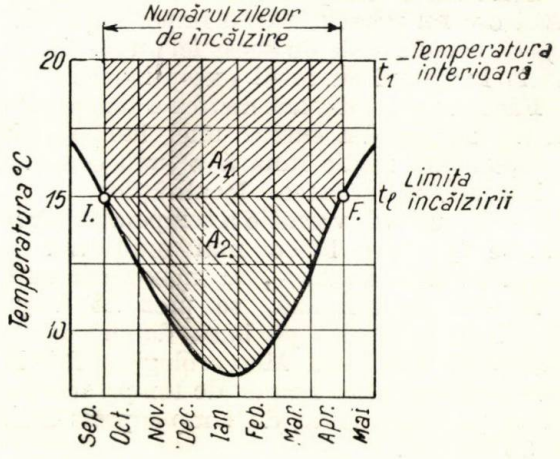


Fig. 2. Metoda grafică de aflare a zile-gradelor.

ei reprezentativă t . Aceasta intersectează curba anuală a temperaturii în două puncte I şi F, care marchează momentele cînd începe şi sfîrşeşte perioada de încălzire a anului. Distanţa IF, la scara la care s-a construit diagrama

(una lună — treizeci de zile), va reprezenta numărul zilelor de încălzire ale localității, pentru care s-a trasat curba variației anuale.

Dacă se trasează și dreapta t, care reprezintă temperatura la care începe încălzirea aerului din interiorul clădirii, atunci suprafața delimitată de aceasta, ordonatele care trec prin punctele I și F și porțiunea din curba anuală a temperaturii cuprinsă între aceste puncte, ne va da tocmai zile-gradele localității respective. Într-adevăr, ecuația (1) se poate scrie :

$$G = Z\,(t_i - t_l) + Z\,(t_l - t_{em}). \qquad (6)$$

Or, primul termen al membrului al doilea al egalității este reprezentat de suprafața hașurată A_1, iar cel de-al doilea de suprafața A_2. Prin urmare, la scara diagramei :

$$G = A_1 + A_2.$$

Aflarea suprafeței A_1 se face ușor, deoarece este un dreptunghi, iar a lui lui A_2 se face prin planimetrare.

5. Aplicarea metodei

În fig. 3, se indică modul de aflare a zile-gradelor pentru cîteva localități și anume : Constanța, București, Sf. Gheorghe, Sinaia. S-a ales ca limită a temperaturii medii exterioare la care începe încălzirea $t_l = 13°C$, iar ca temperatură interioară $t_i = 20°C$.

Calculele asemănătoare pentru temperatura interioară $t_i = 20°C$ și pentru limita temperaturii medii exterioare la care începe încălzirea t_l de 10°C, 13°C și 15°C au fost făcute și pentru alte orașe, iar rezultatele se află centralizate în tabela 1.

În general, se poate recomanda să se ia :

$t_l = 10°C$ — pentru hale de montaje și hale de fabricație în care lucrătorii depun eforturi fizice ;

$t_l = 13°C$ — pentru hale în care se lucrează stînd pe scaune și pentru muzee ;

$t_l = 15°C$ — pentru blocuri de locuit, clădiri administrative, școli și spitale.

Diagramele, care au fost utilizate în mod real la stabilirea numărului zilelor de încălzire și a zile-gradelor, s-au construit la o scară pentru care eroarea comisă nu a putut fi mai mare de o zi.

Se poate vedea că, în linii mari, numărul de zile-grade depinde de temperatura medie anuală.

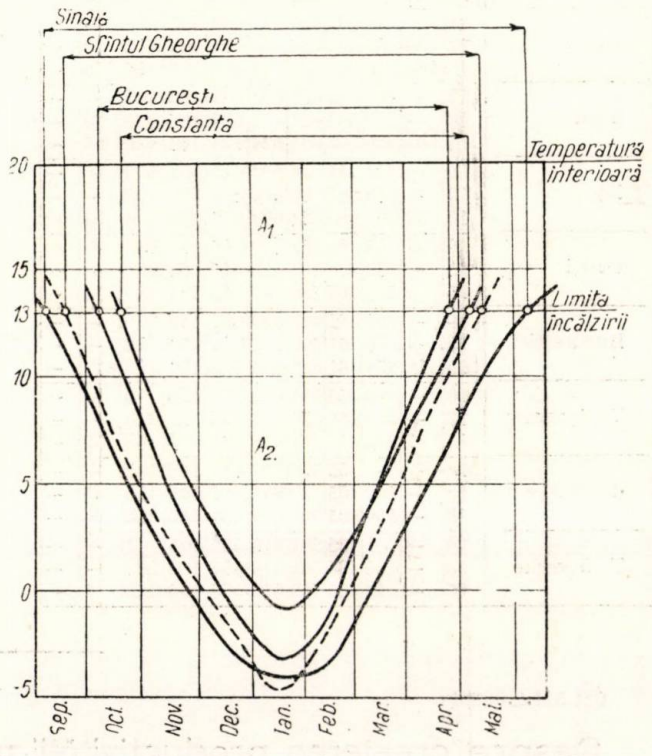


Fig. 3. Aflarea zile-gradelor pentru cîteva orașe.

Tabela 1

Localitatea	Nr. de zile-grade pentru t_l de :			Nr. zilelor de încălzire pentru t_l de :			Diferența temp. medii	Temp. medie anuală normală
	10°C	13°C	15°C	10°C	13°C	15°C	°C	°C
Sinaia	4 219	4 593	4 823	228	270	313	16,8	5,9
Cluj	3 637	3 903	4 085	192	222	252	17,2	8,1
Sf. Gheorghe	3 744	3 951	4 051	201	234	257	16,7	7,9
Dorohoi	3 652	3 875	4 043	195	222	249	16,8	8,2
Vaslui	3 328	3 650	3 826	183	215	235	16,7	9,3
Sibiu	3 217	3 520	3 653	183	216	246	15,7	9,0
Iași	3 350	3 551	3 681	180	207	228	16,3	9,6
Galați	2 963	3 327	3 377	174	191	222	16,1	10,2
București	3 051	3 295	3 470	168	195	216	16,3	10,6
Timișoara	2 699	3 065	3 184	168	201	225	15,0	11,0
Constanța	2 773	3 028	3 148	168	198	210	14,6	11,1
T. Severin	2 569	2 914	3 020	156	189	210	14,9	11,9

Tabela 2

Zile-gradele lunare pentru o temperatură interioară de 20°C şi pentru limita temperaturii medii exterioare de încălzire t_l de 10°C, 13°C şi 15°C.

Localitatea	t_l	Lunile de încălzire									
		S	O	N	D	I	F	M	A	M	I
Sinaia	10	3	397	551	694	718	712	577	435	132	—
	13	216	397	551	694	718	712	577	435	293	—
	15	255	397	551	694	718	712	577	435	293	191
Cluj	10	—	257	525	668	735	670	525	257	—	—
	13	68	322	525	668	735	670	525	322	68	—
	15	159	322	525	668	735	670	525	322	159	—
Sf. Gheorghe	10	—	368	525	649	728	619	506	349	—	—
	13	123	368	525	649	728	619	506	349	84	—
	15	187	368	525	649	728	619	506	349	120	—
Dorohoi	10	—	263	548	645	716	667	532	281	—	—
	13	34	338	548	645	716	667	532	349	46	—
	15	127	338	548	645	716	667	532	349	121	—
Vaslui	10	—	176	502	634	704	634	502	176	—	—
	13	22	315	502	634	704	634	502	315	22	—
	15	110	315	502	634	704	634	502	315	110	—
Sibiu	10	—	178	503	621	624	621	465	205	—	—
	13	—	296	503	621	624	621	465	320	70	—
	15	108	296	503	621	624	621	465	320	95	—
Iaşi	10	—	174	495	634	694	645	502	203	—	—
	13	—	273	495	634	694	645	502	308	—	—
	15	52	297	495	634	694	645	502	308	54	—
Galaţi	10	—	15	465	589	660	615	484	135	—	—
	13	—	234	465	589	660	615	484	280	—	—
	15	2	277	465	589	660	615	484	281	4	—
Bucureşti	10	—	102	461	622	690	622	454	100	—	—
	13	—	218	461	622	690	622	454	228	—	—
	15	10	258	461	622	690	622	454	311	42	—
Timtşoara	10	—	99	450	551	626	555	412	6	—	—
	13	—	228	450	551	626	555	412	243	—	—
	15	1	274	450	551	626	555	412	263	52	—
Constanţa	10	—	—	405	529	607	581	446	205	—	—
	13	—	100	405	529	607	581	446	315	45	—
	15	—	169	405	529	607	581	446	315	96	—
T. Severin	10	—	1	435	562	610	555	405	1	—	—
	13	—	160	435	562	610	555	405	187	—	—
	15	—	212	435	562	610	555	405	240	1	—

În tabela 2 se dau zile-gradele lunare pentru localităţile cuprinse în tabela 1, calculate în ipoteza unei temperaturi interioare de 20°C şi pentru limita temperaturii medii exterioare de încălzire t_l de 10°C, 13°C şi 15°C.

În acest caz, formulele (2) şi (4) se vor aplica, limitîndu-se în lunile luate în consideraţie şi utilizîndu-se valorile cuprinse în tabela 2.

Dacă intervalul acesta este redus la o lună sau chiar mai puţin, stabilirea rezervei de combustibil pe baza zile-gradelor climatice nu mai este recomandabilă, deoarece conduce la valori prea mici.

Concluzii

Cu ajutorul zile-gradelor se poate face, în mod ştiinţific, o anteevaluare a consumului de combustibil necesar pentru încălzirea clădirilor, atît pentru toată perioada de încălzire, cît şi numai pentru un interval de timp al acesteia. Prin supravegherea consumului pe zile-grade, se poate controla dacă o instalaţie de încălzire este corect exploatată.

Bibliografie:

[1] *Orlov A. I.*: Încălzirea şi ventilaţia

[2] *Maximov*: Instalaţii de încălzire

[3] *Kissin*: Instalaţii de încălzire

[4] *Rietschel*: Heizung-und-Lüftungstechnik

[5] *Hottinger*: Die Beurteilung des Brennstoffverbrauches, für Raumheizung an Hand der Gradtagtheorie

621.311.2.003/4

DIN EXPERIENŢA INTREPRINDERILOR

Despre creşterea productivităţii muncii şi reducerea personalului la centralele electrice

*A. CURELARU**) — Doiceşti

Rezolvarea problemelor legate direct de creşterea productivităţii muncii şi de reducerea costului de producţie constituie una dintre sarcinile fundamentale ale personalului din centralele electrice.

Prin specificul producţiei lor şi ca urmare a funcţionării într-un sistem energetic, mărirea productivităţii muncii în centralele electrice depinde — în foarte mare măsură — de graficul de sarcină repartizat de către dispecerul sistemului interconectat. Sînt posibile situaţii cînd numai din cauza alurei graficului de sarcină — productivitatea muncii poate varia de la o lună la alta cu $\pm 20 - 35\%$. Aceasta face ca indicele de „productivitate a muncii", utilizat în sensul riguros din economia politică, să nu mai fie reprezentativ pentru centralele electrice şi să nu oglindească just eforturile depuse de personal pentru îmbunătăţirea condiţiilor de exploatare.

De aceea, pentru aprecierea productivităţii muncii în centralele electrice, se foloseşte des criteriul numărului de salariaţi pe unitatea de putere instalată, exprimată în MW. Desigur că şi aici intervin o serie de corecţii ce depind de tipul centralei (hidro- sau termoelectrice, cu condensaţie sau termoficare, păcură sau cărbune), de numărul de agregate instalate şi de puterea fiecărui agregat, de sistemul de ardere a cărbu-

*) Ing. A. Curelaru este inginer şef adjunct, centrala termoelectrică Doiceşti.

nelui, de gradul de automatizare şi mecanizare etc. Rezultă, deci, că indicele de salariaţi/MW instalat poate servi ca un criteriu riguros de comparare numai între centralele dotate cu acelaşi fel de echipament şi care funcţionează în condiţii similare. În general, acest indice are un caracter orientativ în aprecierea activităţii tehnico-organizatorice a centralelor electrice.

Variaţia în timp a numărului de salariaţi pe MW-ul instalat prezintă un deosebit interes în urmărirea evoluţiei tehnice a unei centrale electrice. În cele ce urmează sînt redate cîteva măsuri propuse şi aplicate la C.T.E. Doiceşti, în diversele ei sectoare de activitate, măsuri ce au permis reduceri apreciabile de personal, după cum rezultă din tabela 1 :

Tabela 1

Anul	1955		1956		1957		
	1 ianuarie	1 iulie	1 ianuarie	1 iulie	1 ianuarie	1 iulie	1 decembrie
Salariaţi MW	8,62	8,06	8,00	7,67	7,2	6,94	6,85
Muncitori MW	6,73	6,16	6,63	6,37	5,94	5,74	5,66

Electrocentrala Doiceşti consumă drept combustibil de bază cărbune de calitate inferioară, datorită cărui fapt instalaţiile de descărcare, de transport şi de concasare a cărbunelui ocupă întinderi mari, sînt numeroase şi trebuie deservite de către un personal numeros. Linia pe care s-a mers în acest sector a fost aceea a introducerii, în cea mai mare măsură, a mecanizării. S-au procurat vagoane autodescărcătoare pentru transportul cărbunelui, s-a introdus folosirea graiferelor electrice şi cu abur, s-a construit cu mijloace proprii şi s-a dat în exploatare un graifer pod rulant şi—tot cu mijloace proprii—s-au construit şi s-au dat în folosinţă lopeţi mecanice pentru descărcarea cărbunelui. Deşi frontul de descărcare a rămas acelaşi, aceste măsuri au permis să se poată descărca zilnic între 3 200 şi 3 300 t de cărbuni, cu granulaţie de la 0 la 700 mm, costul unei tone descărcate scăzînd cu circa 58—60%, iar numărul descărcătorilor reducîndu-se cu 30%. Conţinutul mare de cenuşă şi umiditate a cărbunelui extras din mine obliga centrala să prevadă un număr de 4—5 oameni în plus pe schimb, pentru intervenţii urgente în cazuri de înfundare a cărbunelui pe traseul său de scurgere. În lupta împotriva înfundărilor şi a lipirii cărbunelui pe benzile de cauciuc, pe jgheaburi, pe pereţii buncărelor şi pe grătare, s-au aplicat cu succes atît razuri fixate pe tamburii benzilor, cît şi confecţionarea de grătare cu elemente mobile, executarea de guri de vizitare la buncărele şi la jgheaburile de scurgere, lărgirea locurilor înguste de trecere a cărbunelui, utilizarea pernelor de cauciuc cu aer comprimat la desfundarea buncărelor etc. Măsurile indicate nu numai că au dus la mărirea productivităţii muncii, dar au şi mărit siguranţa în exploatare a instalaţiilor de transport şi de concasare a cărbunelui.

În cadrul secţiei de cazane, măsurile luate pentru mărirea siguranţei în exploatare şi a funcţionării economice a cazanelor au avut ca urmare imediată şi reducerea numărului personalului de deservire a cazanelor. Automatizarea alimentării cu apă, montarea de nivelmetre multiple cu impulsuri diferite la cota de deservire (o sticlă de nivel cu lichid colorat şi două nivelmetre indicatoare, cum şi introducerea semnalizării acustice şi optice a variaţiei nivelului de apă în tamburul de alimentare) au permis desfiinţarea postului de la sticlele de nivel.

Automatizarea procesului de ardere (alimentarea cu combustibil, reglajul depresiunii, reglajul debitului de aer) a uşurat mult munca fochiştilor, a îmbunătăţit arderea, mărind randamentul cazanelor şi permiţînd totodată reducerea a cîte trei fochişti pe schimb.

Montarea circuitului de aer comprimat pentru comanda de la distanţă a tuturor clapelor de pe circuitele de gaze arse şi aer primar, cum şi posibilitatea de pornire şi de oprire a motoarelor ventilatoarelor de gaze arse, ventilatoarelor de aer, morilor de cărbune şi benzilor de alimentare de la panoul cazanelor au avut ca urmare directă desfiinţarea posturilor de mecanici de la ventilatoarele de gaze arse, de la ventilatoarele de aer, cum şi reducerea unui post de mecanic de mori, în total o economie de 12 posturi.

Micşorarea numărului de oameni pe schimb în cadrul secţiei de cazane a redus posibilitatea menţinerii curăţeniei în instalaţii, ceea ce a impus angajarea de oameni de serviciu, în felul acesta diminuîndu-se oarecum efectul măsurilor tehnice luate pentru mărirea productivităţii muncii. De altfel, problema menţinerii curăţeniei în instalaţiile secţiei de cazane — în condiţiile de la T.C. Doiceşti — nu poate fi rezolvată definitiv decît prin mecanizare (montarea eventuală a unui circuit prevăzut cu ştuţuri flexibile, racordat la un ejector sau la un ventilator special amenajat pentru aspirarea prafului).

Un alt factor care „diminuează" rezultatele eforturilor depuse pentru mărirea productivităţii muncii în cadrul secţiei cazane îl constituie înfiinţarea unei staţii exterioare de păcură, dotată cu un utilaj destul de complex şi prevăzută cu două rampe de descărcare. Personalul de deservire a acestei staţii (în număr de opt muncitori) a fost afectat tot secţiei de cazane.

La turbine, ca metodă de mărire a productivităţii muncii, pe lîngă introducerea automatizărilor, s-a aplicat în mare măsură şi „lărgirea locului de muncă deservit". Printre măsurile tehnico-organizatorice mai principale aplicate în acest sector, pot fi menţionate : pornirea automată a turbopompelor de alimentare, pornirea automată a turbopompei auxiliare de ulei, funcţionarea pompelor de condensat pe principiul

„autoreglării" şi comanda de la distanţă (din sala maşinilor) a pompelor turnurilor de răcire. Toate acestea, completate de o intensă instruire a personalului de exploatare, au permis trecerea la deservirea tuturor pompelor de alimentare de către un singur mecanic, deservirea tuturor pompelor preparării termice (circa 40 buc.) de un singur mecanic şi la deservirea tot de către un singur mecanic a instalaţiilor hidrotehnice de la turnurile de răcire, casa sitelor şi pompelor de incendiu. Astfel, numai într-un interval de doi ani, personalul de exploatare a secţiei turbine s-a redus cu 36%, posibilităţile de reducere a personalului nefiind încă epuizate. Există de pe acum toate condiţiile tehnice pentru ca un mecanic să poată deservi două turbine, dar inerţia normelor tehnice, în vigoare încă în cadrul sectorului nostru, împiedică înfăptuirea acestei măsuri.

În cadrul sectorului electric, însăşi construcţia instalaţiilor (existenţa blocajelor între separatoare şi întreruptoare, comanda din camera de comandă a tuturor întreruptoarelor şi separatoarelor de 35 şi 110 kV, comanda de la distanţă a tuturor întreruptoarelor şi separatoarelor de pe circuitele principale de 6 kV, anclanşarea automată a rezervei serviciilor interne, reglajul automat al tensiunii pe bare la staţiile de 35 şi 6 kV generală, îngrădirea tuturor celulelor instalaţiilor de înaltă tensiune, abundenţa aparatelor înregistratoare) a favorizat, încă de la începutul exploatării, reducerea numărului personalului de deservire. Complexitatea utilajului şi gradul înalt de automatizare existent, slaba pregătire şi lipsa de experienţă a personalului, forma greoaie a evidenţei primare introduse, completate de rigiditatea excesivă a normelor de protecţie a muncii şi tehnică a securităţii din instalaţiile electrice au impus folosirea unui număr mare de salariaţi în primele perioade ale exploatării. Treptat, prin instructaje frecvente, examinări exigente, antrenamente de avarii pe viu, simplificarea evidenţei primare, folosirea autopornirii motoarelor etc.), personalul „s-a călit" cu greutăţile exploatării, a ajuns să stăpînească instalaţia şi, în consecinţă, s-a simplificat şi schema de organizare a exploatării instalaţiilor electrice. Actualmente, numărul personalului de tură din instalaţiile electrice s-a redus, faţă de 1 ianuarie 1956, cu 54%.

Numărul mare de automatizări, comenzi de la distanţă, aparate înregistratoare şi semnalizări introduse, pe lîngă partea pozitivă a reducerii personalului de exploatare, a avut ca urmare şi organizarea unor laboratoare electrice şi termotehnice dezvoltate, ce necesită un personal destul de numeros. Pretenţiile normelor (nu totdeauna justificate faţă de situaţiile existente) referitoare la întreţinerea, verificările şi încercările aparatajului electric şi termomecanic, cum şi lipsa acută de cadre suficient calificate în domeniul automatizărilor forţează centrala să menţină la aceste laboratoare un număr de salariaţi mai mare decît l-ar impune condiţiile reale de exploatare.

S-au luat măsuri şi s-au obţinut reduceri de personal şi în domeniul preparării chimice a apei şi a secţiei chimice. S-au montat pH-metre pe circuitul de apă de cazan, s-au montat conductoscoape pe circuitul apei condensate a turbinelor şi pe circuitele de abur supraîncălzit la cazane, s-au montat dispozitive pentru colectarea automată a mostrelor de cărbune, s-au introdus metodele cele mai simple cu putinţă la determinarea parametrilor chimici ai aburului, ai apei de alimentare sau ai condensatului. În intervalul 1 ianuarie 1956 — de cînd centrala funcţionează la puterea nominală — şi pînă la 1 decembrie 1957, efectivul personalului secţiei chimice s-a redus cu 42%.

Dacă pe linie de exploatare, măsurile luate au reuşit în mare măsură să înlesnească reducerile de personal, pe linie de reparaţii rezultatele sînt mult mai puţin satisfăcătoare. Au fost cazuri cînd numărul personalului de întreţinere a trebuit să fie mărit faţă de cel existent (cum s-a arătat mai sus în situaţia laboratoarelor). S-au înfiinţat — în urma condiţiilor create — echipe speciale de întreţinere pentru instalaţiile de căi ferate, de utilaj greu, de întreţinere generală şi de bobinaj electric. Toate lucrările enumerate s-au făcut cu personalul de întreţinere, iar lucrările restante ale întreprinderilor de montaj şi de construcţii au trebuit să fie terminate tot cu personalul de întreţinere al centralei. Apoi, uzura din din ce în ce mai accentuată a utilajului impune un număr mai mare de lucrări de întreţinere, în special, în sectorul de transport şi de preparare a cărbunelui. Totuşi, în decursul ultimului an s-a trecut la aplicarea unei serii de măsuri menite să uşureze executarea lucrărilor de întreţinere şi să favorizeze reducerea efectivului de personal necesar reparaţiilor. S-au amenajat drumurile din incinta centralei pentru uşurarea transportului pieselor grele, s-au montat instalaţii de ridicat fixe la ventilatoarele de gaze arse şi la ventilatoarele de aer, s-au confecţionat dispozitive mobile pentru ridicarea mecanismelor mari, a motoarelor grele şi a întreruptoarelor de 110 kV, s-au amenajat ateliere de întreţinere pe grupe de instalaţii, dotate cu utilajul necesar. Deşi toate aceste măsuri constituie numai premizele necesare organizării lucrărilor de reparaţii în viitor, totuşi în unele sectoare (grupa de înaltă tensiune, grupa de pompe), printr-o mai bună organizare a atelierelor respective şi mulţumită calificării mai ridicate a întregului colectiv, s-au obţinut reduceri de personal de 20—30%.

O mare greutate în organizarea lucrărilor de reparaţii, în vederea măririi productivităţii muncii, o constituie lipsa de şefi de echipe şi de maiştri pregătiţi. Şefii de echipă au, în majoritatea cazurilor, o pregătire insuficientă din toate punctele de vedere, iar maiştrii corespund numai în

mică măsură cerinţelor de organizator şi conducător al producţiei. Ultimilor, buni practicieni, de obicei, le lipsesc cunoştinţele teoretice necesare şi vederea de ansamblu. Prin folosirea cu îndrăzneală a absolvenţilor de şcoli medii tehnice cu temeinice cunoştinţe teoretice şi mai ales a absolvenţilor facultăţilor tehnice muncitoreşti, cum şi prin pregătirea teoretică a practicienilor (prin intermediul şcolilor de maiştri), această problemă este în curs de rezolvare.

Ca urmare a creşterii productivităţii muncii, în urma reducerii efectivului centralei, cîştigul mediu al muncitorilor a crescut. În tabela 2 este arătată în procente dinamica creşterii cîştigului mediu al muncitorilor din ultimii trei ani.

Tabela 2

Anul	1955		1956		1957	
	1 ianuarie	1 iulie	1 ianuarie	1 iulie	1 ianuarie	1 iulie
Cîştig mediu %	100	101	117	110	126	150

Analizînd structura schemei de funcţiuni a centralei şi considerînd ca punct de plecare situaţia de la data de 1 ianuarie 1955 (perioadă în care centrala avea cel mai mare număr de salariaţi), rezultă — după cum se poate vedea din tabela 3 — dinamica reducerii de personal pe compartimente, în procente.

Din datele tabelei 3, ar rezulta că reducerile de personal efectuate în cadrul sectorului tehnico-administrativ sînt destul de mari şi posibilităţile de reducere în viitor sînt micşorate. În realitate tocmai în acest sector s-au luat foarte puţine măsuri organizatorice (unele dintre măsurile posibile nu depind de centrală), care printr-o utilizare mai corectă a cadrelor tehnice şi prin simplificarea birocraţiei, ar fi putut duce la reducerea efectivului suprastructurii. Cele afirmate sînt cu prisosinţă dovedite de datele tabelei 4, în care se arată variaţia în ultimii trei ani a procentajului personalului neproductiv faţă de numărul total de salariaţi, notat cu „A".

Comparînd rezultatele obţinute de către centrala Doiceşti, în acţiunea sa de reducere a personalului, cu indicii de salariaţi pe MW-ul instalat din centralele de acelaşi tip din ţările cu o industrie energetică avansată, desigur că rezultatele noastre sînt destul de modeste. Dacă însă se ţine seamă de faptul că centrala Doiceşti funcţionează pe trei feluri de combustibil, cu agregate cu puteri relativ mici şi cu tablouri de deservire separate pentru fiecare grup, cum şi de faptul că pregătirea profesională atît a personalului de întreţinere, cît şi a celui de exploatare, este de-abia în formare (calificarea temeinică şi dobîndirea de experienţă cer un timp destul de îndelungat), rezultatele obţinute pot fi socotite — pentru moment — satisfăcătoare.

În vederea continuării pe viitor, cu şi mai multă insistenţă, a acţiunii de mărire a productivităţii muncii, se impune respectarea cu stricteţe a următoarelor măsuri :

a) ridicarea calificării întregului personal al centralei şi pregătirea, în special, a unor şefi de echipă şi maiştri de întreţinere, corespunzători cerinţelor noi ale tehnicii ;

b) reorganizarea sistemului de recepţie şi descărcare a cărbunelui şi trecerea instalaţiei de combustibil la funcţionarea numai în două ture după exemplul centralelor pe cărbuni din Franţa ;

c) prelungirea duratei de funcţionare a agregatelor mari (în special a turbinelor, generatoarelor şi a transformatoarelor) între două reparaţii capitale ; acest sistem, aplicat cu succes în U.R.S.S. şi experimentat de centrala Doiceşti la un grup, poate şi trebuie să fie extins ;

d) extinderea sistemului de „lărgire a locului de muncă deservit", o dată cu ridicarea calificării şi cu asigurarea cîştigului mediu al personalului corespunzător ;

Tabela 3

Personalul pe funcţiuni	1955		1956		1957		
	1 ianuarie	1 iulie	1 ianuarie	1 iulie	1 ianuarie	1 iulie	1 decembrie
Muncitori	100 %	90,0 %	98,0 %*)	95,0 %	89,0 %	86,0 %	85,0 %
Ingineri şi tehnicieni	100 %	100 %	64,0 %	57,0 %	59,0 %**	59,5 %**)	60,0 %**)
Funcţionari	100 %	85,0 %	77,0 %	72,0 %	56,0 %	56,0 %	54,0 %
Personal de serviciu	100 %	100 %	100 %	80,0 %	53,0 %	53,0 %	53,0 %
Pază şi pompieri	100 %	100 %	100 %	126 %	130 %	88 %	88 %
Total :	100 %	93,5 %	93,0 %	89,0 %	83,5 %	80,5 %	79,5 %

*) Creşterea numărului de muncitori faţă de perioada precedentă se explică prin trecerea maiştrilor direct productivi în rîndul muncitorilor (vechile categorii de salarizare IX, X şi XI din vechea schemă 1/XV).
**) Creşteri relative, justificate prin încadrarea salariaţilor de la serviciul plan şi organizarea muncii în categoria tehnicienilor.

Tabela 4

Anul	1955		1956		1957		
	1 ianuarie	1 iulie	1 ianuarie	1 iulie	1 ianuarie	1 iulie	1 dec.
A	22,3 %	23,5 %	17,3 %	17,0 %	17,7 %	17,2 %	17,4 %

e) simplificarea scriptelor şi reducerea personalului neproductiv, prin reorganizarea schemei centralei (micşorarea, prin comasări, a numărului secţiilor şi al serviciilor) ;

f) continuarea introducerii, pe scară largă, a mecanizării operaţiilor grele şi a automatizării.

Pentru forurile de specialitate din sectorul energetic, se impune reactualizarea diverselor norme de exploatare a centralelor electrice, de tehnică a securităţii şi protecţiei muncii, care în unele cazuri au devenit o frînă în calea măririi productivităţii muncii. Din acest punct de vedere, se cere mai mult curaj şi o aplicare mai largă a experienţei altor ţări, cu o energetică mai avansată. Toate aceste măsuri, puse în practică, vor asigura, fără îndoială, o creştere a productivităţii muncii mai mare decît cea înregistrată pînă în prezent.

ENERGETICA PESTE HOTARE

Dinamica dezvoltării producţiei şi a consumului de energie electrică în Elveţia, pînă la sfîrşitul anului hidrografic 1955/1956 şi prevederi de viitor

621.311.1 (494)

În cele ce urmează, se arată evoluţia producţiei şi a consumului de energie electrică în Elveţia începînd din anul hidrografic 1930/1931, cum şi situaţia energiei electrice la sfîrşitul anului 1955/1956. De asemenea, se arată perspectiva de dezvoltare a energiei electrice în următorii opt ani.

Evoluţia producţiei de energie electrică, începînd din anul 1930/1931, poate fi urmărită în tabela 1.

Tabela 1

Anul hidrografic	Producţia de energie (GWh)			
	Hidroelectrică	Termoelectrică	Importată	Total
1930/31	5 026	23	8	5 057
1940/41	8 267	22	91	8 380
1950/51	12 191	56	406	12 653
1951/52	12 765	126	541	13 432
1952/53	13 407	58	486	13 951
1953/54	12 994	186	1 197	14 397
1954/55	15 381	67	625	16 073
1955/56	14 660	235	1 399	16 294

În perioada dintre anii 1930/1931 şi 1940/1941, producţia de energie hidroelectrică a crescut cu circa 65%, iar în următorii zece ani, din 1940/1941, ritmul de dezvoltare a producţiei de energie a fost mai redus decît în primul deceniu, creşterea fiind de circa 48%. Din 1950/1951 pînă la sfîrşitul anului hidrografic 1955/1956, creşterea producţiei energiei hidroelectrice a fost de circa 25%.

În cursul anului 1955/1956, producţia în centralele hidroelectrice a rămas sensibil sub maximul atins în anul precedent, datorită debitelor foarte mici din cursul iernii. Producţia de energie hidroelectrică a ajuns de-abia la 14 660 GWh, din care 5 899 GWh, adică 40%, au fost produşi în semestrul de iarnă. Din producţia semestrului de iarnă, 1 728 GWh, adică 29%, a fost asigurată de către centralele hidroelectrice care dispun de lacuri de acumulare sezoniere.

Consumul de energie, pe categorii de consumatori principali pentru diferiţi ani hidrografici, este indicat în tabela 2.

Vîrful de sarcină în cursul anului hidrografic 1955/1956 a fost înregistrat pentru semestrul de iarnă în mijlocul lunii octombrie cu 2 430 MW şi pentru semestrul de vară în mijlocul lunii septembrie cu 2 600 MW. Durata de utilizare a puterii maxime de vîrf a aceluiaşi an a fost de 2 820 de ore pentru semestrul de iarnă şi de 2 940 de ore pentru semestrul de vară.

Puterea maximă posibilă în centralele hidroelectrice a fost în 1955/1956 de 3 510 MW, iar

Tabela 2

Categorii principale de consumatori	Consumul de energie electrică în anul hidrografic (GWh)							
	1930–1931	1940–1941	1950–1951	1951–1952	1952–1953	1953–1954	1954–1955	1955–1956
1. Consumul casnic, ateliere, agricultură	1 098	1 648	3 770	4 086	4 421	4 801	5 101	5 603
2. Tracţiune	578	864	1 072	1 118	1 158	1 175	1 215	1 252
3. Industrie :								
— în general	745	944	1 797	1 852	1 894	2 075	2 238	2 399
— electrochimie, electrometalurgie, electrotermice	838	1 626	2 364	2 540	2 464	2 485	2 790	2 746
4. Cazane electrice	155	673	1 024	787	850	599	847	562
5. Total, inclusiv consumul propriu şi prevederi	4 045	6 654	11 554	12 048	12 452	12 953	14 064	14 497
6. Energia exportată	1 012	1 726	1 099	1 384	1 499	1 424	2 009	1 797

productibilitatea anuală*) de 15 790 GWh, dintre care 6 900 GWh în semestrul de iarnă şi 8 890 GWh în semestrul de vară.

Capacitatea energetică a lacurilor de acumulare a fost în 1955/1956 de 2 170 GWh. La 1 octombrie al anului hidrografic 1955/1956, lacurile de acumulare nu erau umplute decît pînă la 91%, deşi pentru considerente tehnice lacurile se pot umple pînă la 98% din capacitatea lor. Din tabela 3 se observă că centralele hidroelectrice

Tabela 3

	Anul hidrografic					
	1950—51	1951—52	1952—53	1953—54	1954—55	1955—56
Capacitatea la 1 octombrie (GWh)	1 310	1 310	1 350	1 555	1 714	1 931
	Cantitatea de energie produsă cu apă acumulată (GWh)					
Octombrie	159	192	4	56	31	202
Noiembrie	79	57	30	171	148	347
Decembrie	136	138	117	311	157	259
Ianuarie	211	250	297	280	182	198
Februarie	203	294	324	271	267	382
Martie	179	137	197	146	360	144
Aprilie	68	42	51	64	125	82
Mai	9	12	17	7	—	—
Total	1 044	1 122	1 037	1 306	1 270	1 614

cu acumulări au trebuit să utilizeze apa acumulată în lacurile sezoniere pînă în aprilie şi chiar pînă în luna mai. De asemenea, tabela mai arată că în timpul iernii nu se ajunge la o golire a lacurilor pînă la 90% din capacitatea lor, cifră admisă în calculele pentru determinarea producţiei de iarnă.

În cursul săptămînii, consumul de energie electrică este mai mic sîmbăta şi duminica, iar ziua cea mai încărcată este miercurea. În tabela 4, se poate urmări consumul mediu de energie electrică în zilele de sîmbătă şi duminică, exprimat în procente faţă de miercuri, pentru mai mulţi ani hidrografici, pe semestre.

Indicele de creştere a consumului de energie electrică din 1930/1931 pînă în 1954/1955 este de circa 340, întrecînd indicii corespunzători ai Belgiei (265), Franţei (317) şi Norvegiei (307). Acest indice de creştere se află sub cel al Italiei (364), Canadei (430), Suediei (488) şi al S. U. A. (circa 570). În ce priveşte consumul de energie electrică pe cap de locuitor, în cursul anului 1955, Elveţia cu 2 830 kWh s-a situat pe locul cinci, după Norvegia (6 620 kWh), Canada (4 900 kWh), S. U. A. (3 800 kWh) şi Suedia (3 420 kWh). În statele vecine, acest indice este inferior Elveţiei (Germaniei Occidentale — 1 470 kWh, Austriei — 1 390 kWh, Franţei — 1 150 kWh şi Italiei — 790 kWh).

În anul statistic financiar 1955 (1 iulie 1955—30 iunie 1956) investiţiile necesare au ajuns la suma de 600 milioane de franci elveţieni, dintre care 72% (430 mil. fr.) au fost investiţi în centrale noi, iar 28% (170 mil. fr.) pentru reţeaua de distribuţie, aparate de măsură şi construcţii administrative.

În următorii opt ani, adică pînă în anul 1963/1964, se prevede — faţă de anul hidrografic 1955/1956 — o creştere a puterii maxime în centrale hidroelectrice cu 95% (o creştere medie anuală de circa 420 MW), a capacităţii de acumulare cu 150% (o creştere medie anuală de circa 410 GWh) şi a productibilităţii anuale cu 48% (adică de la 15 760 GWh la 23 300 GWh). Pînă în anul hidrografic 1963/1964 se prevede pentru semestrul de iarnă o creştere a productibilităţii de la 6 900 GWh la 11 070 GWh (adică un spor de 60% faţă de anul 1955/1956) şi în semestrul de vară de la 8 890 GWh la 12 260 GWh (adică un spor de 38%, faţă de 1955/1956).

Productibilitatea anuală în centralele hidroelectrice la sfîrşitul anului hidrografic 1963/1964, *de* 23 300 GWh, *va reprezenta* 85% *din potenţialul hidroelectric economic al Elveţiei (estimat în* 1946 *la* 27 000 GWh) *şi circa* 33% *din potenţialul tehnic amenajabil* [2].

Tabela 4

	Consumul mediu în procente		
	Miercuri	Sîmbătă	Duminică
Iarna			
1952/53	100	89	70
1953/54	100	91	70
1954/55	100	92	69
1955/56	100	90	69
Vara			
1953	100	87	66
1954	100	89	67
1955	100	89	66
1956	100	91	68

Pînă în anul 1963/1964 se prevede a se construi o serie de centrale hidroelectrice noi şi a se modifica altele existente, totalizînd o putere instalată de 3 350 MW.

Dintre aceste amenajări, majoritatea în construcţie, menţionăm realizarea unei noi scheme de amenajare hidroelectrică a rîului Dixence.

În vechea schemă de amenajare, există o singură centrală hidroelectrică, în care sînt uzinate apele rîului Dixence printr-o cădere unică de peste 1 740 m, în anul 1956 aceasta fiind uzina hidroelectrică cu căderea cea mai mare din lume. Această amenajare dispune de un lac de acumulare, de unde apoi apele sînt conduse,

*) Energeticienii elveţieni denumesc productibilitatea anuală capacitatea maximă de producere a unei amenajări hidroelectrice în acel an şi pentru determinarea căreia nu se ţine seama de elementele următoare:

— indisponibilităţi temporare ale puterii instalate, datorită unor cauze tehnice, ca: avarii, revizii şi lucrări de întreţinere, ce ar surveni în funcţionarea amenajărilor, a staţiilor de transformare şi a liniilor de transport;

— lipsa de consum datorită fie cauzelor tehnice, fie celor economice;

— deversări cauzate prin modificări bruşte în regimul precipitaţiilor atmosferice.

printr-o galerie de circa 18 km lungime, la centrala amplasată pe Rhône, lîngă localitatea Sion. Centrala hidroelectrică Dixence-Sion (Chandoline) are o putere instalată de 150 MW.

În cadrul schemei noi de amenajare hidroelectrică a rîului Dixence, se execută două centrale subterane, dintre care una este amplasată pe rîul Dranse la Fionnay şi a doua la Riddes, pe Rhône. Noul baraj, Grande Dixence, de tipul de greutate, se execută imediat în aval de barajul existent al uzinei Dixence-Sion. Acest baraj va avea o înălţime de peste 280 m şi va fi cel mai înalt baraj din lume. În timpul executării barajului Grande Dixence, barajul existent are rolul de batardou.

În cursul anului 1963/1964, prin construirea în cea mai mare parte a barajului Grande Dixence şi prin amenajarea uzinelor hidroelectriceDixence-Fionnay şi Dixence-Riddes (Nendaz), se va pune în funcţiune o putere instalată de 595 MW şi un lac cu o capacitate energetică de 980 GWh.

Echiparea completă a acestor centrale la 714 MW este prevăzută în anul 1964/1965, cînd va fi terminat barajul Grande Dixence. Lacul creat de noul baraj va avea o capacitate energetică de circa 1 400 GWh. După executarea barajului Grande Dixence, cînd cele două centrale vor fi complet echipate, centrala hidroelectrică Dixence-Sion (Chandoline) rămîne de rezervă şi va fi deservită de lacul Grande Dixence.

Bibliografie

[1] L'Office fédéral de l'économie electrique — Berne : *Producţia şi consumul de energie electrică în Elveţia în cursul anului hidrografic 1955/1956*, BulletinASE(1957), nr. 8, p. 369—388.

[2] Commission economique pour l'Europe-ONU : *Potenţialul hidroelectric al Europei*, Document E/ECE/EP/131 ; Genève, mai 1953.

[3] Waldo G. Bowman : *Elveţia preia conducerea în baraje înalte*. Engineering News-Record ; mai 24(1956), pag. 34—39.

[4] Job Hunerwadel : *Stadiul actual al lucrărilor la construcţia de la Grande Dixence*. Die Bauwirtschaft sept. 28/1957.

Ing. **D. Spiridon**

O declaraţie a profesorului Frédéric Joliot-Curie

(continuare din pag. 243)

hotărîre. Exploziile nucleare sînt detectabile de la mare distanţă şi, la nevoie, organizarea unui control nu prezintă dificultăţi serioase.

Unele cercuri se opun unui astfel de act concret, pe care îl califică drept gratuit şi propagandistic, şi se străduiesc să creeze confuzie, cerînd în prealabil soluţionarea teoretică a tuturor problemelor privind în acelaşi timp experienţele cu arme nucleare, armamentul nuclear şi armamentul clasic. Dacă este adevărat că unele din aceste probleme sînt legate între ele şi că trebuie depuse eforturi neîntrerupte pntru găsirea unei soluţii acceptabile tuturor, nu este totuşi mai puţin adevărat că problema privind încetarea experienţelor cu armele nucleare poate fi rezolvată chiar acum, aşa cum o dovedeşte gestul guvernului sovietic.

Bunul simţ al popoarelor nu se înşală cînd acordă importanţă acestui gest. Ei văd în aceasta o dovadă concretă a voinţei de a pune capăt unei groaznice ameninţări şi de a crea un climat favorabil soluţionării celorlalte probleme ale unei dezarmări reale. Refuzul de a merge pe această cale este, desigur, contra sentimentelor opiniei publice internaţionale.

O şedinţă a Conferinţei militare a Consiliului NATO va fi consacrată instalării rampelor de lansare a rachetelor atomice pe teritoriul mai multor ţări din Europa Occidentală.

Aceste măsuri nu corespund nici voinţei de pace a tuturor popoarelor şi nici actualei situaţii internaţionale. Iniţiative ca planul Rapacki pentru crearea în Europa a unei zone lipsite de arme atomice, discuţiile prealabile în vederea convocării unei Conferinţe la nivelul cel mai înalt, precum şi hotărîrea sovietică de încetarea unilaterală a experienţelor nucleare au contribuit la îmbunătăţirea situaţiei internaţionale. In aceste condiţii nu trebuie făcut nici un gest şi nu trebuie luată nici o măsură ce ar putea compromite şi reduce şansele unor tratative.

Este reconfortant să vedem cu cîtă forţă popoarele îşi exprimă astăzi dorinţa lor de pace. Să continue să-şi întărească şi mai mult acţiunile, şi vor obţine din partea oamenilor de stat interzicerea oricărei politici bazate pe forţă şi orientarea deliberată către tratative, dezarmare şi colaborare.

Energetica generală

Învățămîntul energetic superior în U.R.S.S. în 40 de ani. Margulova T. H. Teploenerghetica, nr. 11 (1957), pag. 40—45.

378 :621.3

Din numărul total de peste 3 500 școli medii pe specialități și peste 700 institute de învățămînt superior din U.R.S.S., învățămîntului energetic îi revin cîteva sute de școli medii și 25 institute de învățămînt superior repartizate uniform pe întreg teritoriul U.R.S.S.

Rolul principal în pregătirea cadrelor energetice îl dețin cele două institute energetice din Moscova și Ivanovo înființate în anul 1930.

Din cei 60 000 absolvenți ai școlilor medii tehnice și 40 000 ai institutelor de învățămînt superior din U.R.S.S. în anul 1956 numărul absolvenților energeticieni a fost corespunzător tuturor cerințelor industriei și științei pentru ritmul de dezvoltare al tehnicii sovietice.

În articol se analizează creșterea și importanța ce i se acordă învățămîntului mediu și superior în U.R.S.S. pe perioada din 1914—1956.

E. 891 *g.c.*

Gîndire energetică — o problemă de educație. Becher, V. Energietechnik, vol. 7 (1957), nr. 10, pag. 439—440.

620.9

Situația încordată din domeniul alimentării cu energie cere în afara măsurilor practice imediate formarea unui mod de a gîndi energetic care să cuprindă toate problemele legate de alegerea, producerea și utilizarea energiei. Această gîndire energetică trebuie să devină parte integrantă din educația generală a oamenilor. Ea este însă mai mult decît o problemă de educație, este o problemă politică, o problemă de viață.

E. 892 *i.s.*

Construcția de conducte de gaze pentru transport la mare distanță în U.R.S.S. Pohlig, F. Energietechnik vol. 7 (1957), nr. 11, pag. 493—498, 13 fig., 8 ref. bibl.

662.69.669.92

Folosirea crescîndă a gazelor naturale în U.R.S.S. pentru scopuri industriale și casnice a început din 1945. Dezvoltarea a mers atît de repede încît consumul va atinge cca 60 miliarde m^3 în 1957. Moscova intervine în acest consum cu 3 mrd. m^3 și cu perspectiva a 10 mrd. m^3 în 1960.

În cadrul celui de al 6-lea plan cincinal este prevăzută construcția a 12000 km conducte de transport. În articol se expun metodele de proiectare și organizare a lucrărilor începînd cu fazele pregătitoare și încheind cu cele de finisaj.

Se încheie cu recomandarea preluării metodelor de mecanizare fără de care nu se va putea realiza programul mare de construcție de conducte prevăzut în R.D. Germană.

E. 893 *i.s.*

Resursele hidroenergetice ale U.R.S.S. și importanța economică a exploatării lor. Voznesenskii A. N., Bescinskii A. A. Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo (1957), nr. 11, pag. 27—39, 4 fig., 7 tabele.

620.9(47)

După ultimele calcule efectuate potențialul teoretic hidroenergetic al U.R.S.S. este de 340 000 MW, iar energia totală 2978,4 miliarde kWh. Potențialul utilizabil reprezintă numai 196 460 MW respectiv 1 720 miliarde kWh de unde rezultă indicii 8 600 kWh/locuitor și 78 000 kWh/km^2. Față de totalul resurselor energetice ale U.R.S.S., energia hidraulică are o greutate specifică de 20,4 %.

În 1956, puterea totală hidroelectrică instalată era de 8 300 MW, iar energia produsă 29 miliarde kWh, greutatea specifică a energiei hidroelectrice fiind de 15 %. Conform directivelor Congresului XX al P.C.U.S. energia hidroelectrică produsă în 1960 va fi 59 miliarde kWh, iar greutatea ei specifică va crește la 18,4 %.

Analizînd caracteristicile economice ale diferitelor tipuri de centrale, rezultatele lor sînt date în tabela 1.

Tabela 1

Cheltuieli	În întreaga industrie (1955) %	Centrale termoelectrice %	Centrale hidroelectrice %
Salarii	21,2	54	11
Amortizare	3,4	16	70
Alte cheltuieli	75,4	30	19
	100,0	100,0	100,0

Analizînd coeficientul de utilizare al potențialului energetic, se constată că din întregul potențial este amenajat 1,7 %. În partea europeană este utilizat 9,6 %, iar în partea asiatică 0,3 %.

E. 894 *a.f.*

Realizările și direcțiile în problema termoficării în U.R.S.S. Melentiev L. A. Teploenerghetica nr. 11 (1957), pag. 35—39.

697.34(47)

Începînd de la primele instalații de termoficare din 1908 din Leningrad, în care erau cuprinse numai două spitale și pînă la sutele de orașe cu mii de kilometri de rețele termice actuale, termoficarea în U.R.S.S. a parcurs un drum lung ajungînd să ocupe primul loc din lume.

În articol se trec în revistă succesele tehnicii sovietice în termoficarea urbană și industrială. Astfel, la sfîrșitul anului 1956, puterea totală a turbinelor de termoficare a fost de 6 100 MW, iar livrarea de căldură de $76{,}4 \cdot 10^6$ Gcal/an. Aceste cifre se referă numai la CET cu livrare de căldură mai multor consumatori fără să se considere CET pentru obiective energetice separate. Numai orașul Moscova primește prin termoficare peste $8 \cdot 10^3$ Gcal/an și are racordat la rețeaua termică peste 5 000 clădiri.

În viitor termoficarea sovietică se dezvoltă și mai intens pe bază de noi echipamente și scheme menite să mărească efectul economic al termoficării.

E. 895 *g.c.*

Energetica în Austria și în Elveția. Engler A. ÖZE, 10 (1957), nr. 8, pag. 296—298.

620.9.(436)(494)

Autorul compară situația energetică a Austriei și Elveției, situație ilustrată în tabela 1.

Tabela 1

	Unitate de măsură	Austria	Elveția
Energie hidroelectrică utilizabilă	miliarde kWh/an	40	33
Suprafața	km^2	83 868	41 295
Energie hidroelectrică utilizabilă specifică	milioane kWh/km^2	0,48	0,80
Populație	milioane locuitori	7	5
Energie hidroelectrică utilizabilă specifică	kWh/loc	5 700	6 600
Consum de energie actual	kWh/loc	1 470	2 900

În afară de energie hidraulică, Austria mai dispune de surse de energie termică, ceea ce îi permite în prezent să acopere 26% din nevoile energetice din centrale termoelectrice.

Luînd în considerare ritmul normal de dezvoltare energetică — dublarea consumului în 10 ani — se poate trage concluzia că consumul pe cap de locuitor din Austria va atinge nivelul actual din Elveţia abia în 1967. Considerînd o creştere mai modestă de 5%, autorul ajunge la concluzia că întreaga energie hidraulică disponibilă va fi utilizată în Elveţia în 1973, iar în Austria în 1984.

Din analiza condiţiilor energetice ale celor două ţări autorul arată avantajele unei cooperări energetice.

E. 896 *a.f.*

Consumul specific de energie în oraşele mari din R.F.G. în anul 1956. Elektrizitätswirtschaft, 56 (1957), nr. 18, pag. 669

621.311.153

O statistică ţinută de întreprinderile de electricitate din R.F.G. a dat următoarele rezultate asupra consumului specific de energie.

În oraşele mari din vest, care adăpostesc 31,8% din populaţia R.F.G., consumul specific variază între 2 327 kWh/locuitor şi 220 kWh/locuitor.

În oraşele mari este concentrat 26% din consumul total de energie şi 37,1% din consumul casnic al R.F.G.

Din consumul total al oraşelor mari, consumul casnic reprezintă o cotă foarte variabilă între 7,9—53,7%. Procentul mare nu corespunde totdeauna oraşelor cu industria mai slabă, deoarece statistica nu a înglobat energia produsă de centralele industriale.

Consumul casnic variază între 1 160 kWh şi 338 kWh pe consumator casnic.

Nu s-a găsit nici o corelaţie între mărimea oraşului şi consumul specific de energie electrică.

E. 897 *an.b.*

Termoenergetica

Teoria preîncălzirii regenerative în mai multe trepte a apei de alimentare. Nekolny, J. Energietechnik, vol. 7 (1957), nr. 10, pag. 453—459 şi nr. 11, pag. 515—518, 17 fig.

621.187.14

Se prezintă o metodă simplă şi totuşi exactă pentru calculul preîncălzirii regenerative în mai multe trepte a apei de alimentare în centralele electrice.

Rezultatele calculelor sînt concretizate într-o serie de formule şi diagrame pe baza cărora determinarea mărimilor în schemele termice cu multe trepte devine la fel de simplă ca şi în schema cu o treaptă, al cărei calcul la rîndul său a fost mult simplificat.

Gruparea mai multor trepte într-un bloc de preîncălzitoare concentrate constructiv ne va apropia de faza finală a posibilităţii preîncălzirii prin prize după fiecare treaptă a turbinei.

E. 898 *i.s.*

Procesul combinat gaze-abur. Schult E. Energietechnik, vol. 7 (1957). nr. 10, pag. 460—464. 9. fig.

621.438 :621.165

În tendinţa de a obţine randamente termice mai bune, combinarea instalaţiilor de turbine cu gaze cu cele cu abur capătă importanţă din ce în ce mai mare.

Această combinare poate însă permite şi obţinerea de randamente termice care în instalaţii simple nu pot fi atinse decît la temperaturi iniţiale ale ciclului mult mai ridicate. În acest mod se poate evita, dacă este necesar, folosirea de oţeluri speciale scumpe.

E. 899 *i.s.*

Folosirea pierderilor de căldură ale generatorului electric pentru încălzirea condensatului turbinei. Azbukin I. I. Electriceschie Stanţii, nr. 9 (1957), pag. 71—74.

621.311.22 :621.187.14

Folosirea condensatului turbinelor pentru alimentarea răcitoarelor de aer permite recuperarea pierderilor de căldură ale generatoarelor electrice, în special, la instalaţiile de turbine cu ciclul regenerativ slab dezvoltat. Chiar şi la instalaţii moderne, cu ciclu regenerativ dezvoltat în mai multe trepte, încălzirea suplimentară a condensatului prin recuperarea pierderilor de căldură ale generatorului dă un efect economic însemnat. Randamentul instalaţiilor cu turbogeneratoare de 35—50 MW creşte în asemenea cazuri cu 0,15—0,25% prin încălzirea condensatului pînă la circa 37°C.

Se descriu posibilităţile de execuţie a schimbătoarelor de căldură, schemele termice şi comparaţiile tehnico-economice în cazul recuperării pierderilor de căldură ale generatorului pentru încălzirea condensatului.

E. 900 *g.c.*

Problemele de bază ale proiectului tip pentru clădirea principală a centralei termoelectrice de 1 200 MW. Vidman R. N., Pain I. B. Teploelectroproiect. Teploenerghetica, nr. 11 (1957), pag. 45—52.

621.311.22.003.1

Proiectul CTE de 1 200 MW prevede instalarea agregatelor sub formă de bloc cazan-turbină-generator de 200 MW.

Pentru stabilirea tipului optim de construcţie al clădirii principale s-au analizat patru variante în care s-a studiat sala cazanelor închisă şi deschisă, amplasarea turbogeneratoarelor longitudinal şi transversal etc.

În articol se dau date constructive pentru variantele analizate şi se compară indicii tehnico-economici ai CTE de 1 200 MW cu cei ai celor mai economici CET din U.R.S.S.

Se remarcă în mod deosebit reducerea volumului specific pentru 1 kW instalat de la 1,0—1,2 m^3/kW cît are CTE-300 şi Beloiarsk, la 0,616 m^2/kW.

E. 901 *g.c.*

Cazan de abur pentru blocul de 200 MW. Dobrînin O. N. Teploenerghetica, nr. 11 (1957), pag. 94—95.

621.311.22 :621.181

Uzinele constructoare de cazane din Podolsk au sarcina de a construi prima serie de cazane cu trecere forţată de tipul PK-33-83 SP, destinată funcţionării în bloc cu turbina de abur PVK-200, de 200 MW, la parametrii aburului 140 ata şi 570/570°C avînd un debit de 640 t/h.

Cazanul este construit pentru combustibili solizi; temperatura gazelor de ardere la ieşire este de 132...140°C, iar randamentul brut al cazanului de 91,2—92,16%.

Gabaritele cazanului montat sînt: lungimea 19,75 m; lăţimea 22 m; înălţimea 39,5 m.

Primul cazan de acest tip se instalează la CTE din Uralul de sud pentru extindere.

E. 902 *g.c.*

Controlul neetanşeităţii condensatoarelor turbinelor cu abur prin fluorescină. Kammeier E. Energietechnik vol. 7 (1957), nr. 12, pag. 553—554, 2 fig.

621.175.004.5/6

Mici neetanşeităţi în condensatoarele turbinelor cu abur sînt semnalate uşor prin aparate fine de măsură; găsirea locurilor neetanşe cere însă de obicei mult timp şi deseori este chiar imposibilă. Aceste greutăţi dispar dacă se adaugă fluorescină apei cu care se face proba de presiune şi se controlează la întuneric plăcile condensatoarelor cu o lampă portativă cu raze ultraviolete. Se expune experienţa practică în aplicarea acestui procedeu.

E. 903 *i.s.*

Turbină cu gaze de mare putere. În Oil Eng. & Gas Turbine, XXV (1957), nr. 285, pag. 36—37, 3 fig.

621.438

Deşi turbina cu gaze cu ciclu simplu nu asigură randamentul cel mai ridicat posibil, calităţile deosebite datorită construcţiei sale simple şi compacte fac ca ea să fie folosită recent la turboalternatoare.

Uzinele General Electric au promovat construirea turbinei monoaxiale cu ciclu simplu cu viteza sincronă de 3 600 rot/min pentru turbogeneratoare de 16 500 şi 21 500 kW.

Compresorul axial în 15 trepte debitează 122 kg aer pe secundă la raportul de compresie 6 : 1.

Primele şase trepte ale rotorului sînt formate din discuri pline, iar celelalte discuri se confecţionează din discuri cu degajări.

Carcasa turbinei în două trepte are la ieşire forma inelară pentru a se adapta la camera de combustie de formă cilindrică. Paletele primei trepte a turbinei sînt construite din aliaj pe bază de cobalt, iar paletele treptei a doua cu crom 12% cu adaos de wolfram, molibden şi vanadiu.

Temperatura gazelor la evacuare este de 450°C.

E. 904 *a.ca.*

Turbină cu gaze de 6 000 kW. J u r a v c o v a G. N. Energomaşinostroienie, nr. 10 (1957), pag. 5.

621.438

Uzinele constructoare de maşini Neva „V. I. Lenin" din Leningrad au terminat construcţia unei turbine cu gaze de 6 000 kW la 3 000 rot/min. Randamentul turbinei la bornele generatorului electric va fi de 19% la o temperatură de ardere de 600°C.

Turbina destinată a folosi gaze de furnal va fi cuplată direct cu un generator electric de curent alternativ de tipul TZ-6-Z.

E. 905 *g.c.*

Centrala de termoficare din Salzburg. L e c h n e r H. ÖZE, vol. 10 (1957), nr. 3, pag. 65—83.

697.34

Centrala de termoficare din Salzburg a intrat în funcţiune la 30 martie 1957. Sarcina termică finală este de 80—100 Gcal/h, cea din prima etapă de 32 Gcal/h. Ca agent termic s-a ales abur de 3—5 ata.

Se face o descriere a instalaţiilor — în prima etapă 2 cazane de 25/32 t/h la 64 at 480°C şi o turbină cu condensaţie şi priză de 8 MW — şi a condiţiilor de funcţionare.

În timp ce energia electrică (18 GWh) se predă la tariful general al regiunii, căldura se decontează după un tarif cu o taxă fixă de 9 şil. austr./Mcal şi o cotă variabilă de 141 şil. austr./Mcal. Venitul anual din vînzarea căldurii şi a energiei electrice reprezintă 32% din capitalul investit.

E. 906 *i.s.*

Folosirea cazanelor de vîrf în sistemele de termoficare. J i r o v N. I. şi K r o l i L. B. Electriceskie Stanţii nr. 9 (1957), pag. 10—18.

697.34

Caracterul specific al sarcinii termice pentru termoficarea urbană, exprimat printr-un vîrf pronunţat de foarte scurtă durată, număr redus de ore de funcţionare a instalaţiilor de încălzire în timpul anului impune construirea unor cazane de vîrf, care să funcţioneze un număr mic de ore, să fie ieftine, simple şi uşor de exploatat. Cazanele de vîrf de abur sau apă construite la parametri reduşi sînt recomandate îndeosebi la CET cu parametrii aburului viu supraînalţi. În acest scop V.T.I. a întocmit proiectul unui cazan de vîrf pentru 100 Gcal/h. Acestea sînt concepute pentru o funcţionare de 600—800 h/an şi ca urmare vor trebui să fie foarte ieftine (folosesc drept combustibil păcură sau gaze). Reglarea cazanului asigură o funcţionare sigură la sarcini de pînă la 10% din sarcina totală. Exploatarea lui se face de către personal cu o calificare redusă, care în restul timpului anului este folosit la alte munci.

În articol se tratează probleme constructive şi de montaj ale cazanului de vîrf, precum şi indicii caracteristici termici ai acestuia, ca pierderi de căldură, temperaturi de-a lungul canalului de gaze etc.

E. 907 *g.c.*

Construirea CTE din elemente prefabricate din beton armat. Ş i ş o v V. V., P e r e i a s l a v s ţ e v N. A. Electriceschie Stanţii, nr. 1 (1958), pag. 40—46.

621.311.22.002

În scopul industrializării complete a lucrărilor de construcţie pentru CTE se impune proiectarea şi executarea tuturor ansamblelor din elemente prefabricate din beton armat.

În articol se descrie proiectul şi modul de construcţie a unei CTE de 100 MW cu turbine de tipul VK-50-3 şi trei cazane de 160 t/h la 101 ata şi 540°C.

Întreaga centrală termoelectrică a fost construită din 26 500 elemente prefabricate din beton armat.

E. 908 *g.c.*

Turnuri de răcire uriaşe ce deservesc centrale termoelectrice. D r a b e l l e J. M., Power Engineering, vol. 61 (1957), nr. 9, pag. 70—72.

621—714

După un scurt istoric al dezvoltării turnurilor de răcire cu tiraj forţat din S.U.A. şi a celor cu tiraj natural din Franţa, autorul face recomandări proiectanţilor turnurilor de răcire cu tiraj forţat: 1. Amplasarea turnurilor să ţină seamă de direcţia vîntului dominant. 2. Să permită o exploatare şi întreţinere uşoară a ventilatorului. 3. Ventilatorul trebuie să declanşeze automat şi să semnalizeze la ruperea unei palete, avarie relativ frecventă. 4. Lîngă ventilator să se prevadă un buton de oprire de avarie. 5. Trebuie să poată să inverseze sensul de turaţie al ventilatorului, fiind cea mai bună metodă de dezgheţare a turnului; un automat trebuie să împiedice inversarea sensului de rotaţie pînă ce ventilatorul nu se opreşte complet. 6. Bazinul trebuie să permită o evacuare uşoară a nămolului.

În ceea ce priveşte apa de răcire, ea trebuie să satisfacă următoarele condiţii: 1) să nu corodeze; 2) să nu depună piatră; 3) să nu atace biologic lemnăria turnului; 4) să nu atace chimic lemnăria. Pentru a satisface condiţiile 1 şi 2 se purjează 3—4% din debit. Pentru protejarea lemnăriei se recomandă o clorurare în doze limitate şi combaterea carbonatului de calciu cu acid sulfuric. Se recomandă menţinerea $pH = 6{,}9 - 7{,}1$: la $pH = 9$ lemnul se deteriorează repede.

E. 909 *ad.b.*

Electroenergetica

Distanţele economice de transport de energie electrică la tensiunile 110, 154 şi 220 kV. K r a c i c o v s c h i N. N. Electriceskie Stanţii, nr. 12 (1957), pag. 55—58.

621.315.05 :003.1

În scopul stabilirii distanţei optime pentru transportul puterii şi energiei electrice la diferite tensiuni, autorul a analizat această problemă pe bază de calcule tehnico-economice pentru puteri de 15—200 MW, la 110,154 şi 220 kV transportate la distanţe de 25,50, 100, 150 şi 200 km. Criteriul de stabilire a distanţei optime de transport a fost considerat obţinerea unei durate de recuperare pentru diferenţele de investiţii în reţelele electrice din cheltuielile anuale de 10—20 ani pentru o cotă de amortizare de 6,7%.

În tabela 1 se dau distanţele economice de transport pentru alternativele de variabile analizate.

Tabela 1

Tensiunea kV	Distanţa km.				
	25	50	100	150	200
110	< 30	< 30	< 30	< 30	< 30
154	150—200	30—200	30—200	30—150	30—100
220	> 200	> 200	> 200	>150	> 100

E. 910 *g.c.*

Probleme actuale ale transportului şi distribuţiei de energie. S c h u l z e H. ETZ—A, vol. 79 (1958), nr. 1, pag. 21.

621.315.316

Articolul prezintă sub o formă succintă cîteva probleme de bază legate de transportul şi distribuţia energiei electrice.

Tensiunile nominale cele mai potrivite sînt 10,40,130 şi 400 kV, adică cele care prezintă un şir cu raportul succesiv 1 : (3 sau 4). Totuşi, pentru reţele de medie tensiune, la oraşe mici sau oraşe foarte mari, nu se poate aplica regula de mai sus, ci probabil trebuie să se aleagă un raport $1 : 3^2$. Liniile cu dublu circuit trebuie construite pentru a permite trecerea ulterioară la o linie cu simplu circuit de tensiune dublă.

Rețele. Arhitectura rețelei (radială, buclată etc.) depinde de natura consumului și a consumatorilor. Pentru rețele cu tensiuni mai mici de 110 kV este favorabil să se întrebuințeze elemente tipizate.

Izolatoarele de sticlă pretensionată prezintă, în special, pentru rețele de foarte înaltă tensiune avantaje tehnico-economice față de cele de porțelan. Problema depunerilor de săruri pe izolatoare nu este încă rezolvată chiar dacă tipul NK3 sau LS 75/21 prezintă oarecare avantaje din acest punct de vedere. Izolația trebuie coordonată în conformitate cu VDE 0111.

Transformatoarele trebuie să fie construite cu tole anizotrope ($V_{10} < 0{,}55$ W/kg).

Întreruptoarele de diverse tipuri s-au dovedit adecvate în rețele de tensiune medie și înaltă. Pentru întreruperea reactanțelor inductive, par mai adecvate întreruptoarele în mediu lichid, iar pentru întreruperea circuitelor cu reactanțe capacitive, întreruptoarele cu aer comprimat cu două trepte. În rețele de medie tensiune pentru evitarea fenomenului de ferorezonanță separatoarele trebuie să fie numai tripolare.

Punerea la pămînt prin legarea directă a neutrului s-a dovedit avantajoasă în rețele întinse de tensiune foarte înaltă. Pentru 110 kV trebuie căutat domeniul unde punerea directă la pămînt este sau nu avantajoasă față de punerea la pămînt prin bobină.

Reglajul tensiunii prin condensatoare serie prezintă interes pentru rețele de medie tensiune, în special cînd este combinat cu reglajul transformatoarelor.

Protecție. Reanclanșarea rapidă trifazată sau monofazată reprezintă un mijloc prețios de micșorare a defectelor. Din punct de vedere al curentului remanent, tronsonul întrerupt poate atinge 600 km în rețele de 220 kV și numai 200 km în rețele de 400 kV.

Stingerea arcului prin bobină trebuie să se facă la rețele aeriene (nu la rețele în cabluri) și în special la rețele radiale, prevăzîndu-se o mică supracompensare.

E. 911 *a.r.*

Punerea în funcțiune și probele stației de condensatoare serie din Cegléd. Csáki Frigyes Villamosság, nr. 1—2 (1957),

621.319.4.062.2

Montarea bateriilor de condensatoare serie pe liniile de medie tensiune a început să se introducă abia în ultimii ani. R. P. Ungară se numără în această privință printre țările fruntașe, alături de alte țări, ca Japonia, U.R.S.S. și R.F.G.

Articolul prezintă construcția și probele de punere în funcțiune a bateriei de condensatoare serie din stația de 20 kV Cegléd.

Hotărîrea construcției stației s-a luat în 1953, iar în anul 1956 stația s-a pus sub tensiune.

În articol se expune scopul montării bateriei, dimensionarea ei, elementele constructive și rezultatele probelor de punere în funcțiune. Articolul cuprinde pe lîngă scheme de principiu și un număr mare de fotografii ale stației.

Linia de 20 kV, care alimentează orașul Cegléd, are pe 14,5km conducte de 35 mm² Cu și pe următorii 17 km conducte de 25 mm² Cu. În stația de transformare există două transformatoare de 1 MVA, 21/3,3 kV $U_k = 5\%$. Sarcina maximă pe linie este 1,5 MW la un factor de putere cos $\varphi = 0{,}72$.

S-a montat o baterie de condensatoare serie formată din condensatoare de 9 kVAr 500 V grupate cîte 15 bucăți. pe fază în montaj mixt serie paralel ($3 \times 5 \times 9$ kVAr).

Pentru punerea în circuit a bateriei s-a prevăzut în paralel cu bateria un întreruptor de scurtcircuitare, care pune bateria sub tensiune prin deschidere.

Protecția bateriei a fost efectuată extrem de minuțios cu atît mai mult cu cît ea avea, în special, scop experimental (pe lîngă efectele economice imediate, rezultate prin îmbunătățirea regimului de tensiuni în punctul de montare).

S-au prevăzut următoarele protecții:

1. Siguranțe interioare pentru defecte în condensator.

2. Protecție împotriva supratensiunilor interne, care apar în cazul scurtcircuitelor. Această protecție s-a realizat prin eclatoare puse în paralel cu bateria de condensatoare. Eclatoarele sînt de grafit cu reglaj micrometric avînd în serie cu ele o rezistență de amortizare și un transformator de curent. La străpungerea intervalului, curentul măsurat de transformator transmite impuls de închidere la întreruptorul de scurtcircuitare.

3. Protecția împotriva asimetriilor. În cazul defectării unui număr mai mare de condensatoare pe o fază, această protecție acționează asupra întreruptorului de scurtcircuitare, scurtcircuitînd bateria.

4. Protecția de supracurent de durată. Și această protecție acționează asupra întreruptorului de scurtcircuitare.

5. Protecția de tensiune maximă.

Constructiv, bateria a fost amplasată în exterior în cutii metalice cu ventilație naturală. În interiorul cutiilor s-au amplasat și eclatorul și transformatoarele de curent și tensiune. În circuitul întreruptorului de scurtcircuitare s-a prevăzut și o rezistență de amortizare. Întreruptorul este acționat cu dispozitiv cu greutate pentru acționare rapidă.

Probele au dat rezultate foarte bune

De remarcat că în ultimul timp (1957) industria R. P. Ungară a început fabricarea în serie a condensatoarelor de 3,3 kV de puteri mai mari; în felul acesta o nouă stație s-ar putea executa mai simplu.

E. 912 *d.m.*

Sistemul de 400 kV din Finlanda. Nevanlinna, ETZ-A 79 (1958), nr. 2, pag. 58.

621.311.13.027.84

Sistemul de 400 kV a fost ales în Finlanda pentru a permite transportul în anul 1970 de la nord la sud (zona Helsinki) a unei energii de 6,5 TWh și a unei puteri de vîrf de 1 300 MW. În prezent sistemul de 220 kV a ajuns la o putere de vîrf de 325 MW. Alegerea sistemului de 400 kV s-a făcut pe baza unor calcule tehnico-economice comparative între o soluție de 220 kV (7 linii noi și 2 vechi) și soluția de 400 kV (2 linii noi) plus cele două linii existente de 220 kV. Soluția 400 kV a condus pentru etapa 1970 la economii la cheltuieli anuale de 25%.

Realizarea sistemului de 400 kV este prevăzută a fi eșalonată pe trei etape, prima începînd din 1954. Se prevede utilizarea unor autotransformatoare 370/220 kV prevăzute cu reglaj $\pm$ 15% și cu înfășurare terțiară pentru conectarea alternatoarelor sau a unor compensatoare sincrone de 60 MVA. Nivelul de izolație la șoc este de 1 650 kV. Liniile de 400 kV vor fi echipate cu conductoare jumelate din OlAl 2-635 mm², avînd o putere naturală la 400 kV de 530 MW și o încărcare capacitivă de 0,57 MVA/km. Pierderile corona sînt limitate la 3—4 kW/km. Cea mai importantă stație de la Petäjaskoski, în nordul țării, care va servi și ca stație de interconexiune cu rețeaua Suediei, este prevăzută a fi construită cu bare simple și bare by-pass. Celelalte stații au scheme mai simple (poligonale).

Pentru a menține stabilitatea s-au micșorat reactanțele generatoarelor și transformatoarelor, s-au introdus întreruptoare ultrarapide (timp total de întrerupere 60 ms) cu tăiere monofazată.

Nu s-a luat în considerare posibilitatea utilizării condensatoarelor serie.

E. 913 *a.r.*

Releu electronic de suprasarcină pentru mașinile electrice. Goodall J. S. H. și Chapman S. G. Proceedings of the Institute of Electrical Engineers, Partea A (1956), nr. 10, pag. 375—378.

621.316.925

Releele de suprasarcină uzuale, termice sau electromagnetice prezintă în exploatare o serie de neajunsuri și anume: nu indică valoarea curentului care a determinat intrarea în funcțiune a releului, temperatura mediului ambiant influențează funcționarea releelor amintite și după o succesiune de cicluri de porniri poate avea același efect de declanșare ca o suprasarcină, deci o semnalizare greșită.

Un alt neajuns al releelor utilizate, în prezent, este faptul că reglarea precisă și stabilă întîmpină dificultăți destul de mari.

De curînd s-a pus la punct un nou tip de releu, care înlătură toate neajunsurile sus-menționate. Acest aparat care indică prin semnalizări optice și acustice suprasarcinile accidentale este un releu electronic.

Curentul la care releul intră în funcţiune poate fi reglat în mod simplu şi precis cu ajutorul unei rezistenţe reglabile. Pentru aparatele şi maşinile care au curenţi de pornire mari se realizează o schemă cu sistem de blocare care împiedică în mod sigur o declanşare provocată numai de curentul de pornire. Avantajele releului electronic se pot scoate în evidenţă prin compararea caracteristicilor curent-timp ale unui releu magnetic cu amortizor cu ulei cu ale unui releu electronic.

E. 914 *a.ca.*

Panou pentru schema luminoasă din camera de dispecing, compus din plăci de mozaic de 25 × 25 **mm**, Henning W. Siemens Zeitschrift, 31 (1957), nr. 3, pag. 125 şi nr. 5, pag. 275—277.

621.395.348.4

Dezvoltarea rapidă a sistemelor energetice ridică cerinţa unor panouri de dispecing cu schema mnemonică foarte comprimată. De asemenea se cere ca schema să poată fi modificată cu uşurinţă, pentru a se pune în concordanţă cu reţeaua.

Siemens-Schuckert a trecut de la construcţia plăcilor pentru panou, de dimensiuni normale (250 × 250 mm), la plăci de mozaic mici de 25 × 25 mm. Plăcile mici se introduc pe un rastel de şine metalice şi sînt uşor interşanjabile, împreună cu aparatul montat pe ele şi cu cablul de legături.

O asemenea placă cuprinde numai un singur aparat, o cheie de comandă sau o lampă de semnalizare şi din cauza dimensiunilor mici se poate echipa numai cu aparatajul în miniatură construit de Siemens.

Cablurile multifilare conduc de la organele de semnalizare sau de comutaţie la un repartitor cu cleme de tip telefonic, ce se află în interiorul pupitrului.

Camera de dispecing descrisă de autor deserveşte căile ferate electrice din R. F. G. Panoul se compune din 11 200 plăci „de mozaic" albe, 560 plăci cu chei de comandă şi 89 semnalizări.

Un mare avantaj al construcţiei este că modificarea schemei se face prin mutarea plăcilor şi introducerea unor plăci de rezervă, fără să fie necesare lucrări de prelucrare la panou şi fără întrerupere în funcţionarea schemei luminoase.

Datorită producţiei în serie a plăcilor, costul unui asemenea panou este numai cu 10—20% mai ridicat ca al panoului din plăci normale.

E. 915 *an.b.*

Stîlpi de beton armat precomprimat pentru liniile electrice aeriene. Lombard P. Travaux (1956), nr. 255, pag. 23—29.

621.315.668.3

Se fac o serie de consideraţii privind stîlpii de beton armat precomprimat în comparaţie cu stîlpii de lemn şi metalici utilizaţi pentru liniile electrice aeriene.

Stîlpii de beton armat precomprimat a căror fabricaţie a început de curînd nu se fisurează, iar prin elasticitatea şi supleţea lor se aseamănă cu stîlpii metalici.

Confecţionarea stîlpilor din beton precomprimat necesită însă materiale de calitate superioară, un echipament mecanic avansat şi o manoperă calificată.

Betonul precomprimat nu admite o execuţie mediocră şi cere un control permanent şi riguros al calităţii materialelor.

Stîlpii precomprimaţi pentru liniile electrice aeriene trebuie să satisfacă condiţiile de siguranţă:

a) Coeficient de siguranţă la fisurare 1,35.

b) Coeficient de siguranţă corespunzător deformării elastice, 1,65.

c) Coeficient de siguranţă la rupere, 2,10.

d) Sarcina de rupere trebuie să depăşească cel puţin 15% sarcina de fisurare.

e) Stîlpul trebuie să suporte o săgeată de 2 ori mai mare (fără să se rupă) ca săgeata măsurată în momentul apariţiei primelor fisuri.

f) Se recomandă utilizarea oţelurilor cu rezistenţă mare tratate termic în baie de plumb şi laminate în diametre de 5 şi 6 mm.

g) Betoanele se execută cu dozaje de 400 kg ciment la 1 m³ beton, vibrate cu vibratoare de înaltă frecvenţă.

h) Rezistenţa stîlpilor la compresiune ajunge la 400—500 kg/cm², iar la tensiune 35—40 kg/cm².

i) Numai betoanele cu densitate mare de 2,45 t pe m³ pot apăra în mod eficace barele de oţel contra coroziunii.

Profilele stîlpilor precomprimaţi au fost la început analoge acelor din beton obişnuit cu secţiune plină, pătrată, dreptunghiulară sau ortogonală.

Necesitatea de a reduce greutatea stîlpului a condus la adoptarea schemei în I sau H a secţiunilor chersonate (pătrate, dreptunghiulare, circulare sau eliptice) sau a secţiunilor cu goluri.

Alegerea formei celei mai avantajoase depinde de: importanţa eforturilor care solicită stîlpii, sistemul de fabricaţie, costul utilajului, al materialelor, al manoperei, al numărului stîlpilor de fabricat, condiţiile de transport şi montare.

Pentru secţiuni chersonate de forme dreptunghiulare care se aplică la liniile electrice de transport, fiind cele mai avantajoase, s-a ajuns la tipizări astfel încît fabricaţia în serie poate reduce costurile unitare.

De exemplu, în Franţa s-au tipizat stîlpi de 11,12, 13,5, 15, 18 m înălţime pentru eforturi la vîrf variind între 200 şi pînă la 1 200 kg la stîlpi cu o greutate de 700—1 200 kg bucata.

E. 916 *a. ca.*

Stîlpi din azbociment pentru reţelele electrice de joasă tensiune. Ligoţki L. P. Energhetic, nr. 12 (1957), pag. 5—6.

621.315.668.9

În scopul economisirii materialelor deficitare şi care îşi pot găsi alte întrebuinţări în economia naţională (lemnul, metalul, betonul armat) în U.R.S.S. a început construcţia reţelelor electrice de iluminat (1 000V), din ţevi de azbociment.

Din 1950, în oraşul Belgorod se află în exploatare cîteva sute de asemenea stîlpi cu distanţa între ei de 30—40 m.

Stîlpii din azbociment pentru reţelele electrice de joasă tensiune sînt mai ieftini decît cei din metal sau beton armat, suficient de rezistenţi şi fiind construiţi din bucăţi de ţevi, lungi de 1, 5—2, 5 m cu diametrul descrescător spre vîrf, au un aspect plăcut pe străzile oraşelor.

E. 917 *g. c.*

Hidroenergetica

Centrala hidroelectrică Braţk. Suhanov G. K., Levitski M. I.: Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo nr. 11 (1957), pag. 47—56, 8 figuri, 3 tabele.

621.311.21

Planul general de amenajare al rîului Angara prevede construcţia a şase uzine hidroelectrice, cu caracteristicile din tabela 1.

Tabela 1

Nr. crt.	Uzina	Distanţele de la izvoare km	Cădere m	Putere (MW) instalată	Putere (MW) garantată	Energia produsă anual TWh
1	Irkuţk . .	65	28,0	660	400	4,00
2	Suhovsk . .	108	12,6	260	196	1,83
3	Telminsk. .	147	10,7	245	172	1,67
4	Braţk . . .	697	102,1	3 200	2 252	21,27
5	Ust-Ilimsk .	1 008	92,6	3 000	2 190	20,66
6	Bogucean .	1 451	74,9	2 700	1 963	18,61
Total		—	320,9	10 065	7 173	68,04

În amplasamentul uzinei debitul modul este de 2 918 m³/s. Barajul este fundat pe diabaze avînd o rezistenţă la compresiune de 700—2 400 kg/cm².

După studiul mai multor variante s-a adoptat soluţia centralei înglobate în corpul barajului. În secţiunea maiestră barajul are o înălţime de 127,0 m deasupra cotei de fundaţie, o lăţime la fundaţie 103,0 m, paramentul amonte vertical, iar paramentul aval cu o înclinare de 1 : 0,85. Lungimea coronamentului este 806 m. Deversorul de 260 m lăţime este calculat pentru un debit de 8 300 m/s.

În centrală sînt instalate 18 agregate de 200 MW. Diametrul rotoarelor turbinelor este 5,50 m, iar turația 125 rot/min. Greutatea unei turbine este 800 t. Generatoarele debitează sub o tensiune de 15,75 kV, avînd cos φ = = 0,85 η = 0,98 și o greutate de 1 900 t.

Lacul de acumulare creat are un volum util de 179,0 miliarde m³, un volum util de 50 miliarde m³ și o suprafață de 5 500 km².

E. 918 *a. f.*

Hidrocentrala cu acumulare prin pompaj în Iugoslavia. Ivan Einsvalter, Energija, Zagreb, nr. 7—8 vol. VI (1957), după Water Power, 9 (1957), nr. 12, pag. 479.

621.311.21.

Se face o scurtă descriere a centralei hidroelectrice cu acumulare prin pompaj Fužine, la care s-au făcut primele probe la 14 martie 1957. Centrala amintită face parte din amenajarea Vinodal de pe rîurile Lokvorda și Licanka și funcționează la vîrful graficului de sarcină livrînd sistemului iugoslav un surplus de 20 GWh anual. Se dau cîteva din caracteristicile schemei: un baraj de pămînt de 47 m înălțime și 276 m lungime formează un lac de 30,5 milioane m³; stația de pompare Kritž cu patru pompe, fiecare cu o capacitate de 400 l/s și o înălțime de refulare de 24 m și o pompă cu o capacitate de 1 000 l/s: un tunel sub presiune de 3 463 m lungime aduce apa din lacul Lokvorda și Licanka. Centrala hidroelectrică subterană este echipată cu trei grupuri, generatoarele, avînd puterea de 35 MVA, sînt acționate de turbine Pelton.

E. 919 *p. st.*

Dunărea, rezervorul de energie al Austriei. Treapta Ybbs-Persenbeug. ÖZE 10 (1957), nr. 8, pag. 259 — 265,7 fig.

621.311.21.

Articolul conține o descriere a proiectului centralei Ybbs-Persenbeug pe Dunăre, centrală baraj de tip fluvial, aflată în curs de realizare. Barajul mobil de 180 m lungime are cinci deschideri a 30 m lumină, fiind calculat pentru evacuarea unui debit catastrofal de 8 000 m³/s. Deschiderile se închid cu vane plane duble de 13,5 m înălțime.

Ecluzele au cîte 24 m lățime și 230 m lungime; avantporturile amonte și aval au o lățime de 100 m și o lungime de 400 respectiv 300 m.

Centrala cuprinde două săli de mașini, una pe fiecare mal și este echipată în modul următor:

6 turbine Kaplan $H = 10,6$ m; $Q = 350$ m³/s; $n = 68,2$ rot/min, $D = 7,4$ m; $P = 43\,900$ CP.
6 generatoare cuplate direct cu turbinele: $P = 45\,000$ kVA; cos $\varphi = 0,8$; $V = 10,3$ kV; $f = 50$ Hz.
6 transformatoare: $P = 45\,000$ kVA; $10,3/225 \pm 11\%$ kV.
2 turbine Kaplan pentru servicii interne: $H = 10,6$ m; $Q = 19,0$ m³/s; $n = 250$ rot/min; $P = 2400$ CP.
6 generatoare: $P = 2\,300$ kVA; cos $\varphi = 0,75$; $V = 6,3$ kV = 50 Hz.

Proiectul prevede și regularizarea rîului pentru îmbunătățirea condițiilor de navigabilitate. Două turbine au fost deja date în exploatare.

E. 920 *a. f.*

Societatea austriaco-bavareză de energie Simbach Inn. ÖZE 10 (1957), nr. 8, pag. 273—276.

621.311.21

Societatea austriaco-bavareză de energie se ocupă cu utilizarea energetică a rîurilor de la frontiera germano-austriacă: Salzach și Inn.

Uzinele pe aceste rîuri sînt indicate în tabela 1.

Ultima uzină construită este Braunau-Simbach, construită în aval de confluența rîului Salzach cu rîul Inn. Barajul mobil are cinci deschideri a cîte 23 m putînd evacua 6 800 m³/s. Clădirea centralei amplasată pe malul austriac este echipată cu patru turbine Kaplan. Stația de transformare cuprinde patru transformatoare de 32 MVA, 10,5/110 kV.

Viitoarea uzină care va fi construită este uzina Schärding-Neuhaus.

Tabela 1

Nr. crt.	Uzina	H_{med} (m)	P_i (MW)	E (GWh)
	A. *Uzine în funcțiune*			
1	Braunau-Simbach	11,50	96,0	513
2	Ering	9,65	72,5	427
3	Obernbern-Egglfing	10,22	80,0	468
	B. *Uzine proiectate*			
4	Surheim	7,70	18,8	108
5	Laufen	7,00	17,5	104
6	Eching	11,20	26,2	148
7	Tittmoning	10,50	27,7	160
8	Burghausen	13,40	35,2	205
9	Neuhofen	6,20	15,0	92
10	Schärding-Neuhaus	10,94	90,0	504
11	Passau	10,04	76,0	470

E. 921 *a. f.*

Energetica nucleară

Reactorul energetic răcit cu gaze. Posibilități pentru dezvoltarea și ameliorarea sa. Oszuszky, F. Das Atomkraftwerk (anexă la ÖZE) vol 1, nr. 1, pag. 2—6, 2 fig.

621.039

Reactoare energetice de tipul Calder Hall constituie în forma lor actuală numai prima treaptă a unei metode de producere a energiei electrice care să poată concura cu centralele convenționale. În articol se analizează căile de ameliorare a economiei acestui tip de reactor, în sensul îmbunătățirii bilanțului de neutroni, al măririi gradului de folosire a combustibilului nuclear și în general al ridicării nivelului de temperatură.

Dat fiind progresul deja realizat în ultimii ani și avantajele prezentate de funcționarea cu uraniu natural, este deosebit de interesant de a lucra mai departe la ameliorarea acestui tip de reactor, pentru care există deja rezultate reale în exploatare.

E. 922 *i. s.*

Reactorul EBWR a atins 50 MW. Atomwirtschaft, vol.3 (1958), nr. 2, pag. 87 — 88.

621.311.25 :621.039

Reactorul EBWR (Experimental Boiling Water Reactor) a atins în decembrie 1957 în SUA un debit termic de 50 MW față de numai 20 MW cît era prevăzut în proiect. Puterea electrică a putut crește numai pînă la 6,25 MW, corespunzător puterii generatorului electric. Cei 50 MW putere termică au fost atinși în condiții normale de lucru și cu apa în circuit natural; se crede că debitul termic ar mai putea fi ridicat pînă la 60 MW. Prin mărirea încărcării de combustibil nuclear și cu circulație forțată a apei se crede că s-ar putea atinge teoretic 100 MW (resp. 25 MW putere electrică).

Debitul termic deja atins poate reduce costul de producție de la cel prezumat inițial (la 5 MW putere electrică, adică 80% din sarcină) de 0,052 $/kWh la 0,036. O instalație de 4 reactori și cu un grup turbogenerator corespunzător ar putea scădea mai departe costurile de producție la un grad mai mare de îmbogățire a uraniului decît cel actual de 1,4% — la numai 0,0121 $/kWh la o investiție specifică de 300 dol/kW

E. 923 *i. s.*

Reactoare pentru temperaturi înalte, moderate cu grafit și răcite cu gaze și folosirea lor în centrale atomoelectrice cu turbine cu gaze. Berndt, R. Die Technik, vol. 12 (1957), nr. 11, pag. 753—761, 15 fig., 24 ref. bibl.

621.039

La cele trei tipuri de reactoare energetice cu însemnătate practică actuală: moderate cu grafit și răcite cu CO_2, moderate cu grafit și răcite cu apă și cele cu apă sub presiune, temperatura agentului termic este de 250—350° C. Se fac însă deja încercări la Calder Hall pentru ridicarea temperaturii gazelor la 400°C.

Dat fiind importanţa nivelului de temperatură pentru randamentul ciclului termic de producere a energiei electrice, sînt în curs de dezvoltare şi cercetare şi tipuri de reactoare pentru temperaturi de 500 şi chiar 700—800°C. În acest fel randamentul global ar creşte de la cca 14% pentru instalaţii cu reactoare cu apă sub presiune, cca 18% pentru reactoare cu apă ce vaporizează şi cca 30% pentru reactoare cu sodiu şi grafit la cca 40% pentru reactoare cu gaze la temperaturi înalte şi care se vor destinde în turbine cu gaz.

În acest spirit se analizează în articol posibilităţile şi dezvoltarea reactoarelor răcite cu gaze şi după o prezentare a ciclurilor termice ale turbinelor cu gaze, se fac consideraţii asupra perspectivelor centralelor atomoelectrice cu astfel de instalaţii. La alegerea ciclului turbinelor cu gaze trebuie ţinut seama de dependenţa randamentului de temperatură iniţială 24% la 550°C faţă de 35% la 800°C la circuite simple închise cît şi de perfecţiunea ciclului, valorile randamentelor pentru aceleaşi temperaturi fiind de 31% resp. 42% pentru circuite cu supraîncălzire intermediară şi recuperarea maximă a căldurii.

Sînt în curs de proiectare instalaţii între 2—60 MW cu temperaturi ale gazelor de 700—800°C astfel încît în curînd trebuie contat pe realizarea unor astfel de instalaţii experimentale.

Întrucît se găsesc deja în stadiu de cercetări turbine cu gaze pentru 1200°C, în mare perspectivă ar putea apărea cicluri alimentate din reactoare răcite cu heliu cu temperaturi între 1500 şi 2000°C.

E. 924 *i. s.*

Reglajul reactoarelor. Sequenz. E. u. M., 74 (1957), nr. 11, pag. 237—243, 7 fig.

621.039

După o parte introductivă care cuprinde expunerea unor noţiuni de bază privitoare la densitatea neutronilor într-o reacţie în lanţ şi la influenţa neutronilor întîrziaţi şi a temperaturii asupra reglajului puterii unui reactor, se examinează problemele de bază ale unui astfel de reglaj. Astfel, se prezintă o serie de scheme bloc pentru sistemul de reglaj şi se stabilesc ecuaţiile de reglaj pentru diverse categorii şi regimuri de reglaj.

Ţinîndu-se seama de bazele matematice deduse teoretic, realizarea practică a sistemelor de reglaj întîmpină dificultăţi, dat fiind că parametrii sistemului pot suferi variaţii importante după caracteristici neliniare. Din această cauză se folosesc pentru dezvoltarea sistemelor de reglaj maşinile de calcul analoge, care reproduc condiţiile desfăşurării în timp a proceselor din reactor.

După consideraţiile teoretice, se prezintă o schemă completă a tuturor circuitelor de comandă pentru un sistem de reglaj în cazul unui reactor industrial.

De asemenea, se mai dau şi cîteva indicaţii asupra mecanismelor de acţionare a bazelor de reglaj prin impulsuri date de sistemele de reglaj, amplificate cu dispozitive corespunzătoare.

E. 925 *a. ca.*

Probleme ale dezvoltării centralelor atomoelectrice germane. Finkelnburg, W. Atom u. Strom, vol. 3 (1957), nr. 8, pag. 63—67.

621.039

Raportul întocmit de Etzel, Armand şi Giordani în legătură cu necesităţile de energie ale celor 6 state membre ale Euratom-ului conchide că şi în cazul folosirii maxime a tuturor resurselor convenţionale de energie va fi necesară instalarea unei puteri de 15.000 MW în centrale atomoelectrice în următorii 10 ani.

Autorul nu vrea să discute oportunitatea economică a unui astfel de program într-un interval de timp în care nu se atinge încă rentabilitatea necesară a CAE, energia electrică astfel produsă costînd încă 5 la 7 Pf. El se mărgineşte la examinarea unor probleme de bază, aşa cum ele se pun pentru condiţiile din R. F. Germană, unde problema CAE este încă în fază de demarare. Problemele expuse sînt următoarele:

a) Pericolul unei învechiri tehnice a CAE construite în faza iniţială actuală poate fi evitat, dacă CAE se concep astfel încît miezul reactoarelor să poată fi înlocuit cu construcţii din ce în ce mai perfecţionate şi dacă grupurile turbogeneratoare se prevăd de pe acum pentru temperaturi de 500 — 550°C, adică pentru funcţionare cu abur supraîncălzit separat în supraîncălzitoare cu păcură. În acest mod grupurile vor fi uşor adaptabile nivelului mai înalt de temperatură ce se va atinge în viitor în reactoare.

b) În legătură cu ceea ce autorul numeşte problematica reactoarelor, adică nesiguranţa actuală în ceea ce priveşte tipul optim de reactor în viitor, se observă că este puţin probabil ca pentru centrale atomoelectrice foarte mari să existe în viitorul apropiat altă cale a obţinerii energiei electrice decît pe cale termică şi prin mari grupuri turbogeneratoare. Ciclul închis al reactoarelor de înaltă temperatură răcite cu gaze ce se vor destinde direct în turbine cu gaze va fi probabil limitat la unităţi energetice relativ mici.

c) Alegerea tipului de reactor şi a materialului fisionabil pune probleme deosebit de dificile. Dacă se va reuşi a se folosi în reactoare cu uraniu natural elemente din care să se poată obţine din tona de uraniu natural mai mult de 5000 MW-zile, atunci aceste reactoare vor putea concura sau vor fi chiar superioare celor lucrînd cu uraniu îmbogăţit. Aceasta este valabil în special pentru reactoare în care dispar relativ puţin neutroni fără să fi produs energie sau nou material fisionabil. În această privinţă reactoarele folosind apă grea ca moderator sau chiar ca agent de răcire în circuitul primar prezintă mari avantaje faţă de ceie cu grafit.

Dacă se alege uraniu îmbogăţit, atunci se pot construi şi CAE mici, întrucît există o gamă de alegere pentru reactoare mult mai largă. Se pune însă în acest caz problema construirii în Europa a unei instalaţii costisitoare de separare. Oportunitatea unei astfel de instalaţii scumpe şi care nu ar putea livra masiv uraniu îmbogăţit înainte de 5—6 ani, este foarte discutabilă în raport cu calea începerii cu uraniu natural şi trecerii la plutoniu şi U_{233} în reactoare corespunzătoare.

În ceea ce priveşte tipurile de reactoare, acestea sînt împărţite în proiecte imediate, de viitor şi de perspectivă, în funcţie de gradul în care se află rezolvarea problemelor lor de bază. În prima grupă se consideră reactorul de tip Calder Hall, cel cu apă sub presiune care se montează la Shippingport şi cel de tipul cu apă ce vaporizează. În a doua grupă s-ar încadra reactoarele cu sodiu-grafit, cele moderate cu o substanţă organică şi cele cu circuit de gaze închis, gazele — neradioactive — fiind trimise direct în turbină. În ultima grupă ar rămîne reactoarele rapide, cele omogene etc.

După compararea avantajelor şi dezavantajelor diferitelor tipuri de reactoare, autorul încheie cu recomandarea ca în R.F.Germană efortul să fie concentrat pe prima grupă de reactoare cu care pînă în 10 ani s-ar putea construi mari CAE cu cost al energiei electrice de cca 5 P/kWh, dar concomitent să nu se piardă din vedere problemele celorlalte două grupe, cu atît mai mult cu cît R.F.Germană este mult în urmă faţă de o serie de ţări în noul domeniu al energeticii nucleare.

E. 926 *i. s.*

KUPERMAN L. V., MAZUR A. M., MOSTKOV M. V., PRIIMAK I. P.: Uzine hidroelectrice subterane. Gosenergoizdat, Moscova-Leningrad (1957), 104 pag., 93 fig.

621.311.21.001

Volumul reprezintă o stringere de monografii ale unor uzine hidroelectrice subterane executate după cel de-al doilea război mondial.

Din studiul statistic introductiv al volumului rezultă că pînă în anul 1955 s-au executat 125 uzine subterane (din care 64 în perioada 1950—1955) şi mai sînt în curs de execuţie alte 84. Uzinele subterane reprezintă 30% din totalul uzinelor din Italia, peste 40% din cel al uzinelor din Norvegia şi aproape 50% din totalul uzinelor suedeze. 50 uzine au puteri peste 100 MW, cea mai mare fiind uzina Nechako-Kemano-Kitimat.

Autorii clasifică uzinele subterane în trei tipuri de bază, după aşezarea centralei în schema generală de amenajare, anume:

1) cu centrală amonte, amplasată lîngă baraj şi canal de fugă lung.

2) Cu centrală aşezată intermediar între captare şi punctul de restituţie.

3) Cu centrală aval, galeria de fugă avînd o lungime neglijabilă faţă de aducţiune.

Uzinele descrise cu caracteristicile lor principale sînt date în tabela 1.

În încheierea lucrării autorii trag o serie de concluzii asupra uzinelor subterane.

Dintre acestea cele mai importante par următoarele:

1. Uzinele cu centrală amonte se utilizează numai la presiuni medii pînă la 175 m. Pentru căderi mai mari se adoptă celelalte două tipuri de uzină.

2. Din punct de vedere al echipării centralei subterane se pot distinge următoarele tipuri:

a) Centrale cuprinzînd numai turbinele şi generatoarele; în acest caz, transformatoarele se montează la exterior.

b) Centrale cuprinzînd, în afară de turbine şi generatoare, grupurile de vane de manevră.

c) Centrale cuprinzînd şi staţia de transformare.

Ca indice caracteristic autorii consideră coeficientul $k = \frac{V}{P}$, în care: V este volumul de excavaţii şi P puterea instalată. Acest indice este de 0,16—0,39 m³/kW pentru tipul a şi 0,22 — 0,55 m³/kW pentru tipurile b şi c.

În sfîrşit autorii mai analizează şi procedeele de execuţie ale diferitelor uzine scoţînd în evidenţă printre altele avantajele noilor metode de ancorare a bolţii şi posibilitatea de mărire a ritmului de lucru printr-o mecanizare avansată.

Volumul este foarte util în proiectarea uzinelor de acest fel foarte frecvente în proiectele în curs de studiu la noi în ţară, punînd la îndemîna celor interesaţi un bogat material documentar.

Deşi tipurile de uzine sînt bine alese ilustrînd tipurile principale de asemenea uzine, numărul total de uzine descris este relativ redus şi se remarcă lipsa unor uzine ca Serre-Ponson (Franţa), Aura (Norvegia), Canon del Pato (Peru) Handeck II (Elveţia) etc. Lipsa din descriere a uzinelor din ţările de democraţie populară Cehoslovacia şi Bulgaria este cu atît mai regretabilă cu cît, avînd condiţii de execuţie mai apropiate de cele existente la noi, soluţiile date ar fi prezentat un interes deosebit pentru inginerii din R.P.R.

Se mai observă o tratare inegală a problemelor ridicate de diferitele uzine, autorii insistînd mai mult asupra unora dintre ele în dauna celorlalte. Aceasta se datoreşte faptului că bibliografia de 63 titluri consultate, deşi bogată, nu epuizează lucrările scrise despre diferitele uzine analizate.

Tabela 1

Nr. crt.	Uzina	Rîul	Tara	Putrea instalată (MW)	Energia anuală (md. kWh)	Cădere m	Debit instalat (m³/s)	Număr de agregate	Tipul agregatelor	Dimensiunile sălii maşinilor $L \times B \times H$ (m)	Tipul uzinei	Tipul centralei	Observaţii
1.	Harspranget	Luleäv	Suedia	378	—	105,5	428	4	Francis vertical	100 × 18 × 43	I	c	Final faza I
2.	Soupiti	Konkouré	Guinea Fr.	310	2,0	122	328	4	Francis vertical	79 × 12,5 × 28	I	a	—
3	Lasele	Angerman	Suedia	126	0,61	52	280	2	Francis vertical	18 × 91	I	c	—
4	Ambuklao	Agro	Filipine (Luzon)	75	0,33	144	50	3	Francis orizontal	12 × 72 × 18	I	a	—
5	Irafoss	Sog	Islanda	46,5	0,24	38	147	3	Francis vertical	12,2 × 42 × 28	I	a	—
6	Salamonde	Cavado	Portugalia	42,6	0,2	127	42	2	Francis vertical	—	I	b	—
7	Kilforsen	Fjällsjo	Suedia	288	1,2	95	375	3	Francis vertical	96 × 18 × 43	II	a	—
8	Santa Giustina-Taio	Noce	Italia	103,5	—	182	66	3	Francis vertical	61,3 × 17 × 13,7	II	b	—
9	Nechako-Kemano	Nechako	Canada	1 696	—	783	256	16	Pelton vertical	213 × 8,25 × 8,25	III	—	—
10	Bersimis	Bersimis	Canada	960	4,89	266	425	8	Francis vertical	171 × 19,9 × 24,3	III	b	—
11	Forsaçava	Paraiba	Brazilia	330	—	312	132	6	Francis vertical	115,8 × 19,4 × 33,4	III	c	—
12	Soverzene	Piave	Italia	220	0,65	284	88	4	Francis vertical	74 × 25,4 × 42	III	c	—
13	Innerikirchen	Aare	Elveţia	210	0,784	672,3	40	5	Pelton vertical	96,7 × 16,6 × 26,8	III	c	—
14	Vinstra	Vinstra	Norvegia	180	1,00	420	56	4	Francis vertical	80 × 14 × 25	III	c	—
15	Jablanica	Neretva	Iugoslavia	144	0,714	111	177	6	Francis vertical	114 × 20,3 × 34	III	c	—
16	Isère-Arc	Isère	Franţa	130	0,45	153	100	4	Francis vertical	109 × 17,6 × 28	III	c	—
17	Fionnay	Dranse	Elveţia	127,5	0,238	471	34,5	3	Pelton vertical	49,8 × 12,7 × 24,3	III	b	—
18	Montpezat	Loire	Franţa	118,4	0,3	634/589	22	2	Pelton orizontal	60 × 13,5 × 27	III	b	—
19	Lavey	Ron	Elveţia	72,6	0,4	40,7	200	3	Francis vertical	84 × 20,1 × 31,4	III	b	—
20	Ampezzo	Lumiei	Italia	62,4	—	450	16,5	3	Pelton orizontal	71 × 15,4 × 26,6	III	b	—

Ing. **A. F.**

MŰSZAKI KÖNYV-ORSZÁGOS

СОДЕРЖАНИЕ

10 лет со дня национализации Румынской энергетической промышленности, стр. 247

G. F. Powell: **Заявление международной Федерации Научных Работников по вопросу ядерного оружия,** стр. 247.

Заявление профессора Фредерика Жолио-Кюри, стр. 247

L. Stanisavlievici: **Порча труб в паровых котлах высокого давления.**

Анализируя серии аварий экранных труб в котле высокого давления с двухступенчатым парообразованием, вытекает заключение, что причиной являются местные явления изменения течения смеси вода-пар. Эти изменения вызывали коррозию благодаря химическому эффекту и возможно и механическому от воздействия пара на металл.

Energetica V, (1958) Nr. 6 стр. 248

G. Singer, N. Pănoiu, Tt. Nicolescu: **Опытные испытания горения торфа на ступенчатой решетке**

Представляются результаты полученные при горении румынского торфа на опытной установке в рамках Энергетического Института Академии Р. Н. Р., базирующиеся на богатый опытный материал. Указывается в заключении какие меры надо иметь в виду при проектировании новых топок или при переходе существующих на работу с торфом.

Energetica V, (1958) Nr. 6 стр. 252

M. Zikman: **Использование серийных конденсаторов для увеличения передаточной способности линий высокого напряжения.**

Установка на линии передачи электроэнергии батарей серийных конденсаторов приводит к увеличению передаточной способности линий и к улучшению условий передачи. Рассматриваются экономические условия, величина и оптимальное место установления конденсаторных батарей, защитная аппаратура, применение и второстепные помехи, при включении этого элемента в транспортную схему высокого напряжений.

Energetica V, (1958) Nr. 6 стр. 255

E. Arie, P. Niculae: **Сравнение между различными типами эквивалентных схем.**

Из сравнения различных эквивалентных схем используемых в приближенных расчетах стационарных режимов и статической устойчивости, выводятся области их использования. Заключение иллюстрируется расчетным примером статической устойчивости радиальной линии.

Energetica V, (1958) Nr. 6 стр. 268

T. Săvulescu: **Оценка расхода топлива для отопления зданий методом дней-градусов.**

Уточняется понятие день-градус и выявляется связь между днями-градусами и расходом топлива. Далее указывается способ определения дней-градусов, причем даются их значения для ряда румынских городов. Описываемый метод дает возможность быстрого определения снижения расхода необходимого для отопления топлива, в ряде несложных случаев. Для решений по термофикации опубликован метод температурных характеристик отопления, изложенный в журнале Энергетика № 7/1957, стр. 336.

Energetica, V (1958) Nr. 6 стр. 275

ИЗ ОПЫТА ПРЕДПРИЯТИЙ, стр. 278
ЭНЕРГЕТИКА ЗА РУБЕЖОМ, стр. 282
ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 285
РЕЦЕНЗИИ, стр. 292

INHALTSVERZEICHNIS

Zehn Jahre zeit der Nationalisierung der rumänischen Elektrizitätswirtschaft, S. 245

C. F. Powell: **Die Erklärung des Weltbundes der Wissenschaftler hinsichtlich der Kernwaffen,** S. 247

Eine Erklärung des Professors Frederic Jolio-Curie, S. 247

L. Stanisavlievici: **Rohrbrüche in Hochdruckdampfkesseln**

Die Untersuchung einer Reihe Strahlungsrohrbrüche eines Hochdruckkessels mit doppelstufiger Verdampfung liess als Ursache die wechselnden örtlichen Vorgänge im Fliessen des Wasser- Dampf- Gemisches erscheinen. Diese haben infolge chemischer und vielleicht auch mechanischer Einwirkung des Dampfes auf die Rohrwand, Korrosionserscheinungen hervorgerufen.

Energetica VI, (1958), H. 6, S. 248

G. Singer, N. Pănoiu und Tr. Nicolescu: **Torfbrennversuche mit einem Treppenrost.**

Es werden die Ergebnisse der mit inländischem Torf in der Versuchsanlage des Energiewirtschaftlichen Instituts der Akademie der R. V. R. veranstalteten Versuche erörtert. Daraus ergeben sich Richtlinien für den Entwurf neuer oder den Umbau vorhandener Roste auf Torffeuerung.

Energetica VI, (1958), H. 6, S. 252

M. Zikman: **Verwendung von Reihenkondensatoren zwecks Erhöhung der mit Höchstspannungsleitungen übertragbaren Leistungen.**

Es werden die für die Einfügung von Reihenkondensatoren in Höchstspannungsnetzen in Frage kommenden Berechnungsgrundlagen untersucht und zwar deren Wirtschaftlichkeit, Ausmass und optimale Anbringungsstelle der Anlage, erforderliche Schutzvorrichtungen, Sekundärstörungen u. a.

Energetica VI, (1958), H. 6 S.255

Ecaterina Arie und P. Niculae: **Vergleich verschiedener Arten von Ersatzschaltbildern bei Stabilitätsuntersuchungen.**

Die Verwendungsbereiche verschiedener bei der überschläglichen Berechnung der Verhältnisse im stationären Betrieb und der statischen Stabilität in Frage kommender Ersatzschaltbilder werden aus deren Vergleich bestimmt. Die Schlussfolgerungen werden anhand eines Rechnungsbeispiels für die statische Stabilität eines Strahlennetzes erläutert.

Energetica VI, (1958), H. 6, S. 268

Tr. D. Săvulescu: **Tag — Grad – Methode für Brennstoffverbrauchsberechnung von Gebäudeheizungen**

Bestimmung des Begriffs Tag — Grad und Untersuchung des Zusammenhangs zwischen Tag — Graden und Brennstoffverbrauch. Darstellung einer Berechnungsmetode von Tag — Graden. Tag — Gradwerte für einige Ortschaften aus Rumänien.

Energetica VI, (1958), H. 6, S. 275

BETRIEBSERFAHRUNGEN, S. 278
DIE ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND S. 282
DOKUMENTATION S. 285
REZENSIONEN S. 292

SOMMAIRE

Dix années depuis la nationalisation de l'industrie electrique roumaine, p. 245

C. F. Powell **La declaration de la Federation Mondiale des Savants au sujet des armes nucléaires**, p. 247

Une déclaration du professeur Frederic Joliot.-Curie, p. 247

L. Stanisavlievici: **Conduites cassées dans les chaudières à vapeur de haute pression**

L'analyse d'une série d'avaries des conduites écranées d'une chaudière de haute pression, avec vaporisation à deux étages, montre comme cause les phénomènes locaux du changement de l'écoulement de l'émulsion eau-vapeur. Ces phénomènes ont provoqué des corrosions dues à l'effet chimique et, peut-être, également à l'effet mécanique de la vapeur sur le métal.

Energetica VI, (1958) No. 6 p. 248

G. Singer, N. Pănoiu et Tr. Nicolescu: **Essais expérimentaux de combustion de tourbe sur grille à étages**

Dans l'article sont présentés les résultats, basés sur un riche matériel obtenus dans une installation expérimentale de l'Institut Energétique de l'Académie Roumaine, avec la combustion de la tourbe. Les auteurs montrent en conclusion les mesures qu'il faut envisager lors de la projection de nouveaux foyers ou lors du passage des foyers existants pour fonctionner à la tourbe.

Energetica VI, (1958) No. 6 p. 252

M. Zikman: **L'emploi de condensateurs en série pour augmenter la capacité de transport des lignes de haute tension**

L'auteur examine les conditions économiques, la grandeur et l'endroit le plus propice pour le montage des batteries de condensateurs en série, les dispositifs de protection, les utilisations et perturbations secondaires qui peuvent apparaître à la suite de l'introduction de cet élément dans le schéma de transport de très haute tension.

Energetica VI, (1958) No. 6 p. 255

E. Arie et P. Niculae: **Comparaison entre différents types de schémas électriques équivalents**

De la comparaison des différents schémas équivalents, utilisés dans les calculs approximatifs des régimes stationnaires et de la stabilité statique sont déduits les domaines d'utilisation de ceux-ci. Les conclusions sont illustrées par un exemple de calcul de la stabilité statique d'un réseau arborescent.

Energetica VI, (1958), No. 6 p. 268

Tr. D. Săvulescu: **Evaluation par la méthode des jours — degrées de la consommation de combustible pour le chauffage des bâtiments**

Définition de la notion jour — degrée et détermination de l'interdependance entre jours-degrées et la consommation de combustible. Méthode d'établir les jours — degrées. Valeurs des jours — degrées pour quelques localités de la Roumanie.

Energetica VI, (1958) No. 6 p. 275

DE L'EXPERIENCE DES ENTREPRISES p. 278
L'ENERGIE ELECTRIQUE A L'ETRANGER p. 282
DOCUMENTATION p. 285
RECENSIONS p. 292

CONTENTS

Ten years since nationalisation of the roumanian electric industry, p. 245

C. F. Powell: **Declaration of the Scientists'World Federation concerning the nuclear weapons**, p. 247

A declaration of professor Federic Joliot-Curie p. 247

L. Stanisavlievici: **Breakage of pipes in high pressure steam boilers**

Analyzing a series of damages occurring in the skreened pipes of a high pressure steam boiler, with two-step vaporization, it appears that the cause must be ascribed to the local phenomena due to the change of flow of the water-steam emulsion. These have provoked corrosion due to the chemical effect and perhaps to the mechanical one of the steam upon the metal.

Energetica VI, (1958) No. 6 p. 248

G. Singer, N. Pănoiu and Tr. Nicolescu: **Tests of turf combustion on a stepped grate**

The paper presents the results obtained in an experimental installation of the Energetic Institute of the Roumanian Academy, based upon a rich material. The authors show in conclusion which measures must be considered when designing new furnaces or when modifying existing furnaces to burn turf.

Energetica VI, (1958) No. 6, p. 252

M. Zikman: **Condensers mounted in series used with a view of increasing the transport capacity of very high voltage lines**

The paper examines the economical conditions, the size and the best spot where to mount the batteries of condensers, the protection devices and the secondary disturbances which may occur following the introduction of this element in the transport schemes of very high voltage.

Energetica VI, (1958) No. 6 p. 255

Ecaterina Arie and P. Niculae: **Comparison between different types of schemes**

The comparison of different equivalent schemes, used in the approximate computation of stationary management and static stability, shows their range of use. The conclusions are illustrated by an example of static stability computation of an arborescent network.

Energetica VI, (1958), No. 6 p. 268

Tr. Săvulescu: **Day — degree method for computation of building heating fuel consumption**

Definition of the notion day — degrees and analyse of interdependence between day—degrees and fuel consumption. Method for day—degrees and determinating. Day—degrees values for some localitys of Roumania.

Energetica VI, (1958), No. 6 page 275

MANAGING EXPERIENCE 278
ELECTRICITY ABROAD p. 282
DOCUMENTATION p. 285
BOOK REVIEWS p. 292

DICȚIONARUL POLITEHNIC

Editura Tehnică, București (1957) 768 pagini, lei 70.

Editura Tehnică și-a luat ca sarcină să scoată o nouă lucrare, menită să vină în sprijinul tehnicienilor din țara noastră și să ajute la ridicarea nivelului tehnic al tinerilor cadre, oferindu-le un bogat material informativ.

Este vorba de *„Dicționarul Politehnic"*, elaborat de un colectiv de autori, format din ing. Zissu Karniol, ing. Carol Neumann și prof. Radu Țițeica.

Dicționarul Politehnic este un dicționar enciclopedic într-un singur volum, cuprinzînd în articolele sale noțiuni din toate domeniile tehnicii, ale științelor aplicate și ale economiei tehnice, împreună cu o prezentare scurtă a proceselor tehnologice și a domeniilor de folosință în industrie a produselor. El constituie, ca temă, o reluare a vechilor dicționare explicative apărute mai de mult la Editura Tehnică, cum sînt „Micul Dicționar Tehnic" și „Dicționarul Tehnic", fără să poată fi însă considerat cu o reeditare a acestora. În adevăr, „Micul Dicționar Tehnic" și „Dicționarul Tehnic" — apărute în 1950, respectiv în 1953, au constituit primele încercări de a pune la dispoziția unor pături cît mai largi de cititori interesați, o documentație pentru informarea strict științifică și în același timp rapidă, asupra conținutului termenilor științifici și tehnici. Însă cele două lucrări, nu numai că sînt de mult epuizate, dar cuprinsul lor a fost depășit, atît datorită faptului că știința și tehnica au rezolvat între timp importante probleme cît și faptului că în țara noastră s-au dezvoltat noi ramuri de producție.

În această situație „Dicționarul Politehnic" se prezintă ca o lucrare nouă, cu un număr mult mai mare de termeni, în special în domeniile: agricultură, construcții și materiale de construcții, fizică nucleară, automatizarea etc. Conținutul diferiților termeni din vechiul „Dicționar Tehnic" a fost extins și mult îmbunătățit, eliminîndu-se în mare parte, lipsurile și greșelile detectate în acea lucrare și ajungîndu-se totodată la un echilibru bun între numărul și volumul definițiilor din diferitele discipline. Definițiile și prezentarea sînt făcute, în general, la nivelul corespunzător învățămîntului mediu, tehnic sau teoretic. Termenii de largă circulație sînt prezentați la un nivel accesibil muncitorilor, iar termenii mai generali și abstracți de știință pozitivă, care nu intră în mod curent în preocupările tehnicienilor de nivel mediu, sînt tratați la nivel universitar. Materialul ilustrativ a fost, de asemenea, schimbat și împărțit, punîndu-se accentul pe desene în perspectivă și pe scheme funcționale, mai ușor accesibile. Un element inedit îl constituie introducerea, la sfîrșitul lucrării, a unei serii de note biografice ale celor mai importanți reprezentanți ai științei și tehnicii mondiale și ale oamenilor de știință din țara noastră.

Dicționarul Politehnic este o lucrare de mare importanță pentru toți cei care se preocupă de știință și tehnică și este, așa cum se prezintă, o lucrare de valoare, fapt confirmat de referatele preliminare, ca și de referatele diverșilor specialiști care au făcut controlul științific al dicționarului.

LEI 5

E 2039

R

REFERATIVA

ENERGETICA

7

1958

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

1. *Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*
2. *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*
3. *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*
4. *Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial, nu pot fi trimise redacției spre publicare.*
5. *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.*
6. *In introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*
7. *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.*
8. *Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*
9. *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.*
10. *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.*
11. *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), edifia, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.*
12. *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*
13. *Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.*
14. *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. In notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*
15. *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.*
16. *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.*

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R. P. R. și al Departamentului Energiei Electrice — Redacția: București, Str Ion Ghica Nr. 3 Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 3.07.30 3.57.28 și 6.78.78 - Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon: 3.48.00 — Revista este editată de A.S.I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.S.I.T. din întreaga țară, precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A.S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul Central A.S.I.T. 071012 D.O.C. — B.R.P.R. — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual — Prețul unui exemplar: lei 5. Tiparul: Intreprinderea Poligrafică Nr. 3 București.

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 7
IULIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

1883

620.9.001.1

Considerații energetice în legătură cu elaborarea planurilor de perspectivă

„Economisirea unui kg de combustibil cere în condițiile noastre un efort general mai mic decît producția unui kg suplimentar".

În toate ramurile economiei noastre se lucrează intens la fazele preliminare ale planurilor de perspectivă. Acestea urmează a fixa liniile directoare ale dezvoltării economice a diferitelor sectoare cu o perspectivă mai lungă decît cea a planurilor cincinale, și anume pînă în 1975.

Cu această ocazie apar condiții favorabile unei acțiuni susținute pentru ameliorarea gospodăriei noastre energetice. Cunoașterea dezvoltării de perspectivă a necesităților diferitelor forme de energie va permite studierea soluțiilor de ansamblu celor mai bune pentru acoperirea lor, dispunîndu-se în urma perioadei mai lungi de planificare de un interval suficient de timp pentru dezvoltarea corespunzătoare a resurselor energetice ce urmează a interveni în balanțele noastre de viitor. În același timp, datorită modului concentrat în care specialiștii cei mai calificați desfășoară în comisii complexe de ramură munca de planificare de perspectivă, se poate realiza adoptarea unitară a unor directive de bază în legătură cu ameliorarea gospodăriei energetice în viitoarele instalații ale ramurii respective.

Deși multilateral înzestrată cu resurse energetice primare, țara noastră nu poate fi considerată o țară bogată în resurse energetice clasice ; raportate la cap de locuitor rezervele rămîn sensibil sub media europeană. Se impune de aceea o cît mai bună gospodărire a acestor rezerve prin utilizarea lor cea mai rațională; folosirea pe o scară cît mai mare a resurselor hidraulice și valorificarea cea mai bună a resurselor consumabile de combustibili clasici. La aceasta se adaugă pregătiri pentru introducerea în forma adecvată și la momentul oportun a folosirii energiei nucleare.

La realizarea acestei politici energetice trebuie să contribuie într-o egală măsură pe lîngă producătorii și distribuitorii de energie și consumatorii. Se poate chiar afirma că rolul ultimilor este hotărîtor, dacă se ține seama că cea mai mare parte din energie este produsă la locul de consum.

Într-adevăr, gradul de alimentare centralizată cu energie este încă foarte redus pe plan mondial, alimentarea din rețele publice rezumîndu-se la energia electrică sau la livrarea de combustibil gazos. La acestea se adaugă în unele țări dezvoltarea alimentării publice cu căldură. În aceste condiții numai o mică parte din energie este produsă și distribuită de întreprinderi a căror preocupare de bază are un caracter energetic.

Dacă se mai ține seama că la noi în țară nu avem distribuție publică de gaze artificiale, ci numai de gaze naturale și că alimentarea publică cu căldură este la primele începuturi, se înțelege ușor de ce pînă acum, în majoritatea covîrșitoare a cazurilor sfera preocupărilor energetice se limita la sectorul energiei electrice. Și nici măcar la întregul sector, ci numai la întreprinderile publice de alimentare cu energie electrică. Și aceasta pentru că preocupări corespunzătoare nu existau la faza de consum și nici la faza de producere în instalațiile autoproducătorilor, adică a acelor întreprinderi industriale care dispuneau de centrale electrice proprii. Ținînd seama de toată această situație, rezultă că, afară de puține excepții, numai cîteva procente din consumul nostru de energie se bucură de condiții corespunzătoare de gospodărire.

O astfel de situație trebuie evident îmbunătățită și cît mai repede. Sînt deja de relevat măsuri izolate, dar prețioase, luate în ultimii ani. Dată fiind

amploarea problemei, trebuie desfăşurată însă o acţiune mult mai puternică, care, deşi cu caracter general, să fie astfel gradată încît să îndrepte eforturile iniţiale în direcţiile în care ele pot conduce la rezultatele cele mai bune.

În acest scop acţiunea trebuie desfăşurată pe două planuri: cel al instalaţiilor existente şi cel al instalaţiilor viitoare. Prioritatea trebuie acordată noilor instalaţii, la care eficienţa eforturilor este, pînă la o limită raţională, mult superioară. Acest fapt reiese în primul rînd din ponderea rapid crescîndă a noilor instalaţii. Între 1950 şi 1955 consumul de energie primară în ţara noastră a crescut cu cca. 65% cel de energie electrică cu cca. 105%. Cu toată folosirea mai intensă a instalaţiilor existente, creşterea se datoreşte mai ales noilor instalaţii de producere şi consum intrate în funcţiune în primul plan cincinal. Chiar dacă ritmul de creştere în viitor nu poate fi apreciat acelaşi, este puţin probabil ca într-o perioadă de 20 de ani să nu se ajungă în 1975 la un consum de energie primară de cca. 3—4 ori mai mare decît în 1955 şi la un consum de energie electrică de cca. 8 ori mai mare. Aceasta înseamnă însă că instalaţiile existente, vechi şi noi, din 1955, nu vor mai interveni, în măsura în care uzura lor materială şi morală o mai permit, decît cu cote de 25, resp. 12% în capacitatea din 1975. Deşi mai mare, această pondere nu este hotărîtoare nici în decursul perioadei de 20 ani, apreciindu-se de exemplu pentru 1965 cote de 50, resp. 35%. În al doilea rînd, datorită creşterii de ansamblu, noile instalaţii de producere şi consum vor avea puteri unitare din ce în ce mai mari, ceea ce conduce la indici ameliorati cu efort specific de investiţii mai mic. Este evident că în aceste condiţii justa orientare a gospodăriei energetice a instalaţiilor noi rămîne determinantă pentru întreaga situaţie de viitor în acest domeniu.

Cu toate acestea instalaţiile existente nu trebuie neglijate. Ameliorarea lor este interesantă mai ales pentru anii imediat următori, rezultate importante putînd fi obţinute cu eforturi relativ mici, prin ameliorarea condiţiilor actuale de exploatare.

Cum ar fi de procedat? Cu ocazia actualei elaborări a planurilor de perspectivă, comisiile de ramură ar trebui să studieze foarte atent latura energetică a viitoarelor instalaţii sub ambele ei aspecte: al necesităţilor de energie şi al posibilităţilor de acoperire.

În ceea ce priveşte necesităţile de energie, gradul crescînd de mecanizare a proceselor industriale şi introducerea unei tehnici superioare sînt însoţite în general de creşteri ale consumului specific de energie. Aceste creşteri ale consumului trebuie însă limitate la cerinţele reale ale proceselor. Trebuie evitate orice supradimensionări sau rezerve inutile, atît în ceea ce priveşte cantitatea cît şi parametrii la care se cere energie. Numai în felul acesta se creează premizele pentru o corectă examinare a posibilităţilor de acoperire a cererilor.

În ceea ce priveşte acoperirea cererilor, trebuie plecat de la considerentele de ansamblu ale balanţei energetice globale şi aplicate principiile folosirii complexe a resurselor primare, în special a combustibililor. Aceasta înseamnă valorificarea în cea mai mare măsură a resurselor energetice secundare ce apar în procesele tehnologice, producerea combinată a energiei mecanice sau electrice şi a căldurii, adică aplicarea pe scară largă a termoficării industriale şi urbane şi, în măsura în care va fi posibil, valorificarea în comun a combustibililor ca materii prime şi în scopuri energetice. În toate aceste procese trebuie urmărită realizarea randamentului şi efectului economic celui mai bun pe ansamblu, chiar dacă anumite procese parţiale apar mai puţin favorizate.

Economiile cele mai mari ce se pot realiza pe aceste căi sînt desigur în industrie. O strînsă colaborare între tehnolog şi energetician, bazată pe înţelegerea reciprocă a specificului străduinţelor fiecăruia, poate conduce în acest domeniu, care consumă peste 60% din consumul total de energie al ţării, la rezultate de mari proporţii. Aceasta nu înseamnă însă că nu trebuie urmărite cu aceeaşi perseverenţă ameliorări în sectorul transporturilor, agriculturii, gospodăriei urbane şi consumului casnic.

Elaborarea planurilor de perspectivă poate şi trebuie să constituie cadrul primei acţiuni de mare amploare pentru coordonarea dezvoltării la un nivel superior a gospodăriei noastre energetice. Există toate premizele pentru aplicarea concepţiilor celor mai moderne. Rezultatele vor depinde mai ales de spiritul de colaborare între energeticieni şi tehnologi pe plan industrial, dar şi de promovarea înţelegerii reciproce ce trebuie să domnească pe plan general între producătorii şi consumatorii de energie de orice fel.

Şi în cursul întregii acestei acţiuni nu trebuie pierdut un moment din vedere că în condiţiile economiei noastre energetice economisirea unui kg de combustibil cere un efort general mai mic decît extracţia unui kg suplimentar!

Ioan D. Stăncescu
Redactor responsabil

E 2039

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 7 IULIE 1958

SUMAR

I. D. Stăncescu : Consideraţii energetice privind elaborarea planurilor de perspectivă 293

* * * : Ridicarea nivelului activităţii cercurilor ASIT 295

* * * : Sărbătorirea prof. univ. ing. D. Leonida . . 297

I. Savu : Aspecte ale valorificării surselor de energie primară în R. P. Bulgaria (Constatări şi impresii dintr-o călătorie de studii) 299

A. Antonescu : Cazanul Vuia. Analiză funcţională şi domeniu de utilizare 304

I. Zăgănescu : Aburul supraîncălzit la locomotivele de cale îngustă 308

M. Stein şi *D. Marc* : Consideraţii asupra justificării din punct de vedere tehnico-economic a conductoarelor de protecţie pe liniile de 35 kV 314

H. Albert şi *V. Rădulescu* : Încercarea unei linii de transport de energie electrică de 110 kV la scurt-circuit produs în linie curentă 322

P. Wisner, D. Bratosin şi *S. Muşat* : Aplicaţii ale încercărilor pe model în proiectarea circuitului hidrotehnic al centralelor termoelectrice 330

ENERGETICA PESTE HOTARE 335

DOCUMENTARE 336

COMITETUL DE REDACŢIE

Prof. ing. **I. D. Stăncescu** redactor responsabil, conf. ing. **C. Mihăileanu** redactor responsabil adjunct, ing. **N. Armencoiu**, conf. ing. **I. A. Badea**, prof. ing. **M. Bercovici**, membru corespondent al Academiei R.P.R., laureat al Premiului de Stat, conf. ing. **E. Constantinescu**, ing. **V. Cozelciuc**, ing. **P. Dimo**, prof. ing. **C. Dinculescu**, membru corespondent al Academiei R.P.R., ing. **I. V. Herescu**, conf. ing. **N. Moldoveanu**, prof. ing. **C. Penescu**, ing. **P. Vicol**, prof. ing. **I. Vlădea**

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
OBMEH - CBEPE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

(063)

Ridicarea nivelului activității cercurilor A.S.I.T.

(Concluziile Consfătuirii Biroului Consiliului Central A.S.I.T. cu conducerea filialelor A.S.I.T.)

În zilele de 6 și 7 iunie a. c., a avut loc la Orașul Stalin o consfătuire a Biroului Consiliului Central în problemele activității cercurilor A.S.I.T.; pe lîngă membrii Biroului A.S.I.T., la consfătuire au luat parte președinți sau delegați ai filialelor A.S.I.T. regionale, comitetul filialei A.S.I.T. Stalin, cum și președinții unor cercuri A.S.I.T. mai importante din regiunea Stalin.

În cadrul consfătuirii, s-a dezbătut problema ridicării nivelului activității cercurilor A.S.I.T., care, fiind organizațiile tehnico-științifice cele mai cuprinzătoare ale inginerilor și tehnicienilor, sînt chemate să-i atragă și ele la traducerea în viață a principalelor obiective stabilite la Congresul al II-lea al partidului privind dezvoltarea economiei naționale și ridicarea nivelului cultural și material de viață al oamenilor muncii.

În mod deosebit, ultimul Congres A.S.I.T. a atras atenția asupra activității verigii de bază a Asociației, cercul A.S.I.T., cerînd dezvoltarea cu precădere a activității voluntare a inginerilor și tehnicienilor în cercurile A.S.I.T. din întreprinderi și instituții, astfel încît ele să contribuie nemijlocit la perfecționarea producției industriale și agricole, la îmbunătățirea pregătirii tehnice a membrilor A.S.I.T. și a muncitorilor.

De la cel de-al II-lea Congres A.S.I.T., activitatea în Asociație a înregistrat o evidentă dezvoltare, caracterizată atît prin creșterea numărului de manifestări în cercuri, filiale și la Consiliul Central, cît și prin exigența sporită privind nivelul științific al manifestărilor și eficacitatea lor; apariția unor forme noi de activitate și lărgirea sferei de activitate dovedesc inițiativa organizațiilor A.S.I.T., orientarea lor justă în alegerea problemelor și găsirea celor mai potrivite forme de rezolvare.

Paralel cu dezvoltarea activității de specialitate, tot mai multe sînt organizațiile A.S.I.T. care se preocupă să convingă membrii Asociației de înaltele îndatoriri ce revin inginerilor și tehnicienilor în construcția socialistă a țării, de importanța muncii lor pentru înfăptuirea vieții noi și înflorirea patriei noi, socialiste.

1. Se evidențiază numeroase inițiative valoroase în activitatea cercurilor A.S.I.T.; consfătuirile și sesiunile tehnico-științifice dovedesc în mod deosebit capacitatea de mobilizare și competența cercurilor A.S.I.T. în dezbaterea celor mai importante probleme ale producției, ca și în stimularea largă a activității de studiu și cercetare în producție; se întărește astfel tot mai mult convingerea că locul cel mai potrivit de activitate al inginerilor și tehnicienilor este cercul A.S.I.T., care poate cel mai bine cuprinde forța creatoare a membrilor A.S.I.T.; tocmai de aceea consfătuirea a insistat să se îndrepte principala grijă a filialelor și secțiilor de specialitate către cercurile A.S.I.T.

Sesiunile tehnico-științifice ale cercurilor A.S.I.T. din întreprinderi au căpătat de la început semnificația unui bilanț al rezultatelor obținute de ingineri și tehnicieni în activitatea lor pentru perfecționarea continuă a tehnicii și organizării producției; deoarece stimulează și întreține interesul cadrelor tehnice pentru cercetare și studii, ele au stîrnit interesul cercurilor A.S.I.T., care au trecut la organizarea lor; grăitor este faptul că numărul cercurilor A.S.I.T. care s-au angajat pînă în prezent să organizeze sesiuni tehnico-științifice este de peste o sută.

Consfătuirea, subliniind importanța organizării sesiunilor tehnico-științifice ca o formă specifică de activitate în Asociație, a cerut comitetelor cercurilor să acorde cea mai mare grijă bunei pregătiri a sesiunilor, realizării unui înalt nivel tehnico-științific al dezbaterilor.

În activitatea lor, cercurile A.S.I.T. trebuie să se sprijine și pe contribuția cadrelor tehnice medii (maiștri, tehnicieni etc.), atrăgîndu-le în consfătuiri și sesiuni tehnico-științifice și ajutîndu-le să-și completeze pregătirea practică cu cît mai multe cunoștințe teoretice. Membrii A.S.I.T. — tehnicieni, maiștri, fruntași în producție și inovatori — trebuie să găsească, în principal, în cercurile A.S.I.T., ajutor în activitatea lor, posibilitatea ridicării pregătirii lor tehnice.

2. Consfătuirea de la Constanța a fruntașilor și lucrătorilor din sectorul socialist al agriculturii, privind consolidarea și dezvoltarea sectorului socialist al agriculturii și sporirea producției agricole, a cerut tuturor forțelor tehnice din industrie și agricultură să acorde tot sprijinul științific, tehnico-organizatoric și material, astfel încît sectorul socialist al agriculturii să se întărească și să se dezvolte, în felul acesta acordîndu-se un avînt continuu în creșterea producției agricole.

Cercurile A.S.I.T. din agricultură sînt chemate să-și organizeze în așa fel activitatea, încît să ridice în permanență nivelul tehnic al muncilor agricole, să extindă experiența înaintată, să valorifice rezultatele cercetărilor.

Pentru cercurile A.S.I.T. agricole raionale, sesiunile tehnico-științifice vor fi un prilej minunat de schimb de experiență și de cunoaștere a cercetărilor și rezultatelor din institute, stații experimentale, case-laborator, cîmpuri experimentale și loturi demonstrative; sesiunile tehnico-științifice ale cercurilor A.S.I.T. din agricultură se pot organiza cel mai bine în cadrul „Zilei agronomului", așa cum s-a reușit pînă în prezent în unele regiuni ale țării.

3. În condițiile actuale ale lărgirii drepturilor și competințelor întreprinderilor, capătă tot mai multă importanță folosirea inițiativei și priceperii oamenilor muncii la conducerea și organizarea producției, prin consfătuirile de producție.

Participarea inginerilor și tehnicienilor la consfătuirile de producție este o îndatorire primordială, căci dă ocazie acestora să-și întărească rolul de conducători și organizatori ai producției și să rezolve cît mai favorabil, cu sprijinul muncitorilor, problemele producției.

Congresul II A.S.I.T. a cerut însă cercurilor A.S.I.T. să participe, și ca organizații, activ la consfătuirile de producție, să studieze și să facă în consfătuiri propuneri îndreptate spre perfecționarea producției, să acorde o mai mare parte din activitate îndeplinirii cerințelor exprimate în consfătuirile de producție.

Sînt unele cercuri A.S.I.T. ca, de exemplu, cele de la fabrica „Țesătura" și Atelierele C.F.R. „Ilie Pintilie"-Iași, care — împreună cu organele sindicale și administrative — au organizat consfătuiri de producție pe secții sau sectoare, în care s-au discutat și stabilit măsuri pentru problemele care au format obiectul consfătuirilor de producție ; totuși, pînă în prezent, participarea cercurilor A.S.I.T. la consfătuirile de producție este sporadică și nesistematică ; este de datoria comitetelor de filială să îndrumeze cercurile A.S.I.T. să acorde o mare atenție consfătuirilor de producție, astfel încît rolul și eficacitatea acestora să crească.

Participarea cercurilor A.S.I.T. la consfătuirile de producție trebuie să fie efectivă ; cercurile A.S.I.T. — împreună cu organele sindicale și administrative — să stabilească problemele ce vor face obiectul consfătuirilor de producție, să le studieze cu răspundere, să prezinte în consfătuiri cele mai întemeiate soluții și să colaboreze la aplicarea practică a hotărîrilor luate.

Prezența cercurilor A.S.I.T. la consfătuirile de producție constituie un prilej în plus de mobilizare a inginerilor și tehnicienilor pentru dezvoltarea întreprinderilor, pentru cele mai bune rezultate în activitatea de producție.

Așa cum s-a accentuat și în Congresul II A.S.I.T., deosebit de pregătirea de specialitate, inginerii și tehnicienii trebuie să-și ridice și nivelul cunoștințelor economice, căci numai îmbinînd soluțiile tehnice cu cerințele economice, activitatea de proiectare, cercetare și producție va duce la rezultate favorabile dezvoltării economiei naționale și intereselor oamenilor muncii.

Pentru dezvoltarea mișcării de inovații, s-a arătat că cercurile A.S.I.T. trebuie să sporească grija față de inovatori, acordîndu-le sprijin mult mai larg și — totodată — să stimuleze preocuparea spre inovații, mai ales a tineretului din întreprinderi ; legat de activitatea nesatisfăcătoare a unor cabinete tehnice, s-a făcut propunerea ca acestea să treacă în grija cercurilor A.S.I.T. și să devină adevărate focare de propagandă tehnică.

4. O bogată activitate au desfășurat cercurile A.S.I.T. pentru ridicarea pregătirii tehnice a inginerilor, tehnicienilor și muncitorilor, sarcină care — în condițiile actuale ale progresului uimitor al științei și tehnicii — capătă o importanță vitală ; este îmbucurător faptul că tot mai multe cercuri A.S.I.T. desfășoară o susținută acțiune pentru cunoașterea realizărilor științei și tehnicii mondiale și din țara noastră, a experienței înaintate a întreprinderilor și colectivelor fruntașe, a realizărilor regimului nostru de democrație populară ; aceasta nu poate decît să ajute activității inginerilor și tehnicienilor, să întărească în conștiința acestora sentimentul mîndriei patriotice, încrederea în orînduirea democrat-populară și măreția răspunderilor ce le revin, ca participanți activi la construcția socialistă.

Răspunderi însemnate revin cercurilor A.S.I.T. față de inginerii și tehnicienii tineri ; aceștia trebuie înconjurați cu căldură și ajutați să-și completeze pregătirea profesională, să-și însușească arta conducerii și organizării cît mai bune a producției și a muncii, să se lege de întreprinderi, să devină cadre tehnice înaintate, de nădejde.

Consfătuirea a evidențiat rolul deosebit pe care trebuie să-l aibă cercurile A.S.I.T. în ridicarea nivelului politico-ideologic al inginerilor și tehnicienilor. Cercurile A.S.I.T. trebuie să insufle fiecărui inginer și tehnician dragoste față de muncă și întreprindere, încredere în politica partidului și statului nostru, să întărească convingerea în superioritatea orînduirii socialiste, să transforme în patriot înflăcărat pe fiecare inginer și tehnician. Pentru aceasta, cercurile A.S.I.T. sînt datoare să orienteze întreaga lor activitate în așa fel, încît ea să răspundă marilor sarcini puse de partid și guvern.

5. Ținînd seamă de volumul și calitatea activității, consfătuirea a subliniat rolul important al comitetelor de cerc, astfel încît acestea să orienteze just activitatea voluntară a inginerilor și tehnicienilor și s-o organizeze în așa fel încît ea să ducă la contribuții concrete în activitatea întreprinderilor și a instituțiilor; sarcina de onoare și de răspundere a conducerii activității cercurilor A.S.I.T. trebuie încredințată inginerilor și tehnicienilor celor mai valoroși, cu prestigiu, cinstiți, legați de cauza clasei muncitoare, militanți pe tărîmul progresului tehnic și încrezători în triumful socialismului.

Adunările generale ale cercurilor A.S.I.T. constituie prilejuri potrivite pentru aprecierea rezultatelor activității membrilor A.S.I.T., evidențierea acelor ingineri și tehnicieni care se achită cu competință și devotament de sarcinile ce le revin, cum și pentru criticarea acelora care participă insuficient la preocupările întreprinderilor. Adunărilor generale anuale ale cercurilor A.S.I.T., care vor avea loc în toamna acestui an, le revine îndatorirea alegerii unor asemenea comitete care să ridice autoritatea cercurilor A.S.I.T. în întreprinderi și să le aducă în situația de a contribui activ la soluționarea problemelor producției.

6. În mod just a reieșit din consfătuire că de ridicarea nivelului activității cercurilor A.S.I.T. este legată creșterea participării Asociației la rezolvarea problemelor importante ale construcției socialiste din țara noastră, concluzia care rezultă firesc fiind acordarea celei mai mari griji și atenții activității cercurilor A.S.I.T.

Punînd accentul pe grija ce trebuie acordată vieții proprii a cercurilor A.S.I.T., a reieșit — totodată — importanța îndrumării și sprijinirii atente a activității acestora, atît de către comitetele filialelor, cît și de către secțiile de specialitate, astfel încît cercurile A.S.I.T. să se afirme în întreprinderi ca organizații competente în promovarea progresului tehnic.

Cercurile A.S.I.T. să fie sprijinite cu conferențiari din centre importante, să facă schimb de conferențiari, să stabilească legături cu institutele de cercetări, iar în rezolvarea unor probleme dificile ale producției să primească ajutorul celor mai buni specialiști.

7. Din consfătuire a rezultat influența pozitivă pe care o au revistele A.S.I.T. în activitatea inginerilor și a tehnicienilor. Unele reviste publică însă material prea teoretic, realizările din producție și experiența înaintată fiind prea puțin oglindite în cuprinsul lor ; de asemenea, la unele reviste, numărul autorilor din institutele de cercetări și organizații centrale depășește pe al acelora din producție. Această situație se explică atît prin faptul că membrii A.S.I.T. din producție nu colaborează activ la reviste — deși au fost în repetate rînduri solicitați — cît și prin preferințele unor comitete de redacție pentru autorii din București.

Consfătuirea biroului Consiliului Central A.S.I.T. cu conducerea filialelor A.S.I.T. a îndreptat încă o dată atenția către problema cercurilor A.S.I.T., problema principală a Asociației ; a scos în evidență marile posibilități ce există pentru ridicarea nivelului activității cercurilor A.S.I.T., posibilități care — folosite — vor duce la un avînt neîntrerupt în Asociație, la sporirea contribuției patriotice a inginerilor și tehnicienilor pentru construcția socialismului în R.P.R.

Delegații la consfătuire au participat și la lucrările primei sesiuni tehnico-științifice a cercului A.S.I.T. de la Uzinele de tractoare „Ernst Thälmann" din Orașul Stalin. Sesiunea a confirmat întru totul tezele dezbătute în consfătuire privind capacitatea tehnică și organizatorică a cercurilor A.S.I.T. și posibilitățile reale ale acestora de a organiza manifestări tehnico-științifice de prestigiu.

S-a vizitat, de asemenea, șantierul Trustului 5 construcții — Orașul Stalin, unde se experimentează construcții de locuințe din beton monolit turnat în tipare de aliaj de aluminiu ; la rezolvarea diferitelor probleme ale acestei noi tehnologii de construcții, un sprijin efectiv l-au dat numeroși specialiști din toate ramurile, mobilizați de M.C.M.C. și Filiala A.S.I.T. Stalin.

În încheierea consfătuirii, toți participanții au vizitat Muzeul castelului Bran.

Este regretabil că de la lucrările consfătuirii au absentat reprezentanți ai comitetelor filialelor Cluj, Craiova, Oradea și Suceava, iar comitetele filialelor Timișoara și Pitești nu au trimis reprezentanți competenți ; poziția acestor comitete de filială nu poate să servească activității Asociației și creșterii ei.

(063)

Sărbătorirea prof. univ. ing. Dimitrie Leonida

Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R., Ministerul Învățămîntului și Culturii, Comitetul de Stat al Apelor, Departamentul Energiei Electrice și conducerea șantierului centralei hidroelectrice „V. I. Lenin" — Bicaz au organizat vineri 23 mai a.c., în Capitală, o adunare festivă cu ocazia împlinirii a 75 de ani de viață și 50 de ani de activitate fructuoasă în slujba propășirii științei și tehnicii, de către prof. univ. ing. D. Leonida.

Au participat peste 300 de persoane : academi-

cieni, membri ai corpului didactic universitar, ingineri, tehnicieni, studenți, foști elevi ai școlii de electricieni și mecanici și ai școlii de ucenici electricieni, colaboratori și familia sărbătoritului.

Deschizînd adunarea, prof. ing. C. Atanasiu, vicepreședinte al Consiliului Central A.S.I.T., a arătat printre altele: „profesor universitar ing. D. Leonida a fost un luptător neobosit pentru progresul economiei patriei noastre, la temelia căreia a văzut întotdeauna că trebuie să stea electrificarea și stăpînirea apelor. În domeniul folosirii complexe a apelor și a electrificării țării, al studiilor de bază pentru construcția centralei hidroelectrice de la Bicaz, al pregătirii de electricieni și ingineri, precum și în domeniul popularizării largi a principiilor tehnico-științifice și economice care stau la baza stăpînirii apelor și electrificării, prof. univ. ing. D. Leonida a avut o activitate creatoare deosebită ; el a trasat linii noi în tehnica și știința românească".

Din partea Academiei R.P.R. a luat cuvîntul acad. prof. I. S. Gheorghiu, vicepreședinte al Academiei R.P.R., care a spus că: „Academia pune un deosebit preț pe activitatea prof. univ. ing. D. Leonida în opera de formare a tinerelor cadre medii de specialiști, pe care sărbătoritul a început-o încă cu 40 de ani în urmă, prin înființarea și conducerea școlii de electricieni și mecanici, pe care a susținut-o cu multă trudă — și uneori cu sacrificii personale — la o epocă cînd forurile conducătoare ale țării priveau cu indiferență, dacă nu chiar cu ostilitate, acest fel de ocupație." Mai departe, acad. I. S. Gheorghiu a subliniat că „aruncînd o privire asupra activității de o viață întreagă a prof. univ. ing. D. Leonida vedem că ea are strînse legături și cu preocupările Academiei R.P.R. și tocmai de aceea Academia R.P.R. se asociază la această sărbătorire și urează sărbătoritului să trăiască mulți ani spre a duce mai departe, cu același folos, munca pe ogorul tehnic al țării noastre".

Salutîndu-l pe sărbătorit, prof. dr. ing. St. Bălan, adjunct al ministrului Învățămîntului și Culturii, a înfățișat aspecte din activitatea rodnică a prof univ. ing. D. Leonida în domeniul învățămîntului tehnic și al orientării cadrelor din această ramură a economiei țării noastre. Subliniind întreaga activitate dusă de sărbătorit în cadrul diferitelor institute politehnice din țară, prof. dr. ing. St. Bălan a arătat că „prof. univ. ing. D. Leonida, dîndu-și seama că pentru ridicarea nivelului tehnicii noastre este nevoie nu numai de ingineri dar și de cadre tehnice medii, precum și de lucrători cu o temeinică calificare, a întemeiat, fără sprijin, Școala de electricieni și mecanici pe care au absolvit-o peste 4 000 de elevi.

Adresîndu-se sărbătoritului, prof. dr. ing. St. Bălan a spus: „stimate tov. prof. D. Leonida, conștiința datoriei împlinite este cea mai mare și mai frumoasă răsplată ce poate fi hărăzită unui om care și-a dedicat toată munca, toată viața, binelui obștesc".

Felicitînd pe sărbătorit, ing. Nicolae Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele, a scos în evidență contribuția acestuia la dezvoltarea centralelor electrice în țara noastră, începînd cu centrala electrică Grozăvești, care la timpul ei a fost cea mai mare centrală electrică din țară, avînd cele mai puternice motoare Diesel din Europa, și terminînd cu cel mai îndrăzneț proiect a cărui realizare integrală va fi gata în 1960 — centrala hidroelectrică „V. I. Lenin" de pe Bistrița, vorbitorul a menționat lupta dusă de prof. univ. ing. D. Leonida pe tărîmul electrificării întregii țări, ridicînd această importantă problemă încă din 1921 la primul congres al inginerilor din țara noastră, care s-a ținut la Iași.

În calitate de director al electrificării căilor ferate, sărbătoritul a desfășurat o activitate asiduă în această direcție, deși sprijinul acordat acestei probleme nu era la înălțimea eforturilor care se făceau. Abia în regimul de democrație populară prof. univ. ing. D. Leonida și-a văzut visul împlinit, cînd sub conducerea partidului și guvernului s-a trecut la un vast plan de electrificare a țării.

Ing. Adalbert Gilbert, directorul general al întreprinderii de construcție a centralei hidroelectrice

„V. I. Lenin" — Bicaz a adus salutul lucrătorilor de pe şantierul întreprinderii de construcţie a centralei.

Prof. dr. ing. Remus Răduleţ, directorul Institutului de Energetică al Academiei R.P.R., fost student al prof. univ. ing. D. Leonida, a evocat amintiri din activitatea de învăţămînt, subliniind înaltul nivel şi forma deosebit de atractivă în care sărbătoritul preda lecţiile la Institutul Politehnic din Timişoara.

„Spre sfîrşitul lecţiilor — arată prof. dr. ing. R. Răduleţ — cuvintele prof. univ. ing. Leonida se încălzeau pînă la entuziasm pentru ideile profesate ; nici măsura de la început, nici ordonarea care urma, nici căldura cu care se încheiau lecţiile nu ni s-au părut însă vreodată căutate. Ele erau expresia unei gîndiri temeinice şi a unei convingeri nestrămutate în biruinţa realizărilor tehnice pentru care luptă".

Prof. univ. ing. D. Leonida a mai fost felicitat de Alex. Manolache, absolvent al şcolii de electricieni şi mecanici, şi de Mihai Cenuşoiu, absolvent al şcolii de ucenici electricieni.

Luînd apoi cuvîntul, ing. Ion Bernacki — preşedintele Comitetului de Stat al Apelor — a spus printre altele : „Împliniţi astăzi 75 de ani de viaţă. Tot ce aţi făcut în aceşti ani se caracterizează printr-o dragoste fierbinte şi o grijă deosebită pentru poporul muncitor. În regimul capitalist nu au putut fi realizate cele mai importante lucrări pe care le-aţi pregătit împreună cu colaboratorii dv. De-abia în regimul nostru, concepţiile şi studiile dv. au găsit preţuire, a putut începe realizarea avîntatelor dv. visuri din tinereţe. Sarcinile din ce în ce mai importante ce vi s-au încredinţat, aplicarea concepţiilor dv. în ceea ce priveşte stăpînirea şi gospodărirea apelor, acordarea Ordinului Muncii şi a Premiului de Stat clasa I-a şi azi a „Ordinului Steaua Republicii" clasa I-a stau mărturie a felului în care regimul nostru înţelege să răsplătească pe cei ce contribuie la dezvoltarea statului nostru socialist".

Luînd cuvîntul, prof. univ. ing. D. Leonida a mulţumit cu recunoştinţă partidului şi guvernului, tuturor celor prezenţi la sărbătorirea sa, subliniind că în anii de democraţie populară omului de ştiinţă îi sînt create toate posibilităţile pentru a-şi manifesta din plin forţa sa creatoare. El s-a angajat să contribuie şi pe viitor la opera de electrificare a ţării.

Solemnitatea decorării prof. univ. ing. Dimitrie Leonida

Vineri dimineaţa a avut loc la Prezidiul Marii Adunări Naţionale solemnitatea înmînării Ordinului Steaua Republicii Populare Romîne clasa I-a prof. univ. ing. Dimitrie Leonida, cu prilejul împlinirii vîrstei de 75 de ani, pentru merite deosebite în muncă.

La solemnitate au asistat tovarăşii Ion Gheorghe Maurer, preşedintele Prezidiului Marii Adunări Naţionale, Gheorghe Stoica, secretarul Prezidiului Marii Adunări Naţionale, prof. univ. ing. St. Bălan, adjunct al ministrului Învăţămîntului şi Culturii, ing. N. Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele, ing. I. Bernacki, preşedintele Comitetului de Stat al Apelor, prof. ing. G. Atanasiu, vicepreşedinte al A.S.I.T., ing. Adalbert Gilbert, director general al întreprinderii de construcţie a centralei hidroelectrice „V. I. Lenin" de la Bicaz, Iulia Leonida, soţia sărbatoritului, şi alţii.

După citirea decretului de decorare, tov. Ion Gheorghe Maurer a înmînat prof. univ. ing. D. Leonida înalta distincţie şi, în numele Prezidiului Marii Adunări Naţionale, l-a felicitat călduros pentru bogata şi rodnica activitate desfăşurată timp de 50 de ani în domeniul construcţiilor energetice, urîndu-i ca şi în viitor să contribuie prin munca sa la dezvoltarea ştiinţei şi tehnicii în ţara noastră.

În răspunsul său prof. univ. ing. D. Leonida, după ce a mulţumit pentru înalta distincţie acordată, şi-a exprimat recunoştinţa faţă de partid şi guvern care i-au creat largi posibilităţi de a vedea îndeplinindu-se, după 40 de ani, visul său — construcţia centralei hidroelectrice de la Bicaz — şi de a participa la elaborarea şi înfăptuirea măreţului plan de electrificare a ţării.

(AGERPRES)

620.9(497.2)

Aspecte ale valorificării surselor de energie primară în Republica Populară Bulgaria

(Constatări şi impresii dintr-o călătorie de studii)

IOSIF SAVU)* — Bucureşti

Se analizează structura balanţei de energie primară a R. P. Bulgaria, arătîndu-se evoluţia ei faţă de perioada antebelică şi scoţîndu-se în relief prencipalele linii directoare ale dezvoltării resurselor energetice în această ţară.

În partea a doua a articolului se examinează unele aspecte constatate în Bulgaria cu privire la valorificarea lignitului.

Economia naţională a Bulgariei cunoaşte o dezvoltare deosebit de puternică în anii regimului democrat-popular. În anul 1956 volumul producţiei industriale a depăşit de 6,4 ori nivelul dinainte de război (1939). Numai în perioada 1953—1956 sporul anual mediu al producţiei industriale a fost de două ori mai mare decît producţia industrială anuală antebelică.

Desigur că o asemenea creştere importantă a producţiei industriale a solicitat în mod corespunzător baza energetică a R.P.B., fiind necesară lărgirea ei în măsură însemnată. Astfel, în anul 1957 extracţia de cărbune — care reprezintă principala sursă de energie primară a Bulgariei — a atins peste 11 milioane tone faţă de cca. 2 milioane tone în 1939, înregistrînd deci o creştere de peste cinci ori.

Tabela 1

Evoluţia resurselor de energie primară în perioada 1939—1957

	1939		1950		1957		Nivel $\frac{1957}{1939}$ %
	10^3 tcc.	%	10^3 tcc.	%	10^3 tcc.	%	
A. *Producţie internă*							
Cărbuni — total	1270	55	3040	77	5098	69	401
din care :							
— lignit	(25)	(1)	(385)	(10)	(941)	(13)	(3764)
— cărb. brun	(1100)	(48)	(2522)	(63)	(3843)	(52)	(349)
Ţiţei extras	—	—	—	—	428	6	—
Lemne de foc	748	33	403	10	471	6	63
Ener. hidroel.	117	4	194	5	490	7	418
B. *Import*							
Comb. petrolier	164	8	311	8	792	10	482
Cocs	4	*)	22	*)	149	2	3725
Total	2303	100	3970	100	7428	100	322

*) Sub 1%.

O dată cu dezvoltarea extracţiei de cărbune s-a acordat o atenţie deosebită şi punerii în valoare a celorlalte surse de energie primară de care dispune R.P.B. şi anume ţiţeiul şi energia hidraulică.

*) Din Direcţia Energiei din Comitetul de Stat al Planificării.

În urma eforturilor depuse pentru prospectarea zăcămintelor petrolifere din Dobrogea (în apropierea oraşului Cavarna), în anul 1951 a început extracţia ţiţeiului în această zonă, ajungîndu-se ca în 1957 producţia de ţiţei a întregii ţări să se cifreze la 285 000 tone.

Accentul care s-a pus pe extinderea surselor hidroenergetice se reflectă în creşterea de la 153 GWh în 1939 la 827 GWh în 1957 a producţiei de energie electrică în centrale hidraulice.

În tabela 1 se prezintă situaţia centralizată a evoluţiei resurselor de energie primară în R.P.B., de unde rezultă — pe lîngă creşterea impetuoasă a surselor energetice, care marchează în 1957 o triplare faţă de anul 1939 şi aproape dublarea faţă de 1950 — şi principalele linii directoare caracteristice ale dezvoltării energeticii în această ţară în anii puterii populare.

Principalele linii directoare ale politicii energetice

— Scăderea contribuţiei combustibilului vegetal (în speţă a lemnului de foc) la asigurarea bazei energetice a ţării. Ca urmare, producţia de lemne de foc care în anul 1939 se cifra la aproape 4 milioane m^3 a fost redusă la puţin peste 2 milioane m^3 în 1957, ponderea lor din totalul resurselor energetice scăzînd la numai 6% faţă de 33% în ultimul an antebelic. În felul acesta a fost lichidată una dintre caracteristicile cele mai retrograde ale balanţei energetice a vechii Bulgarii, dîndu-se posibilitatea unei valorificări superioare a masei lemnoase eliberată de la consumul pentru ars.

— Dezvoltarea extracţiei de combustibil mineral, a cărei pondere în producţia totală a purtătorilor de energie primară a crescut de la 60% la 85% în cursul perioadei 1939—1957. Dacă se ia în considerare şi importul de combustibil lichid şi de cocs, aportul combustibililor minerali marchează o creştere de la 63% la 87% din totalul resurselor de energie primară.

— Mărirea aportului energiei hidroelectrice în balanţa de energie primară a ţării, fără însă ca ponderea ei să poată depăşi, deocamdată, un nivel relativ redus de numai 5—7%.

Se constată deci că în primul rînd eforturile depuse pentru majorarea producţiei de cărbune

au permis asigurarea bazei energetice necesare dezvoltării economiei naţionale a Republicii Populare Bulgaria. Aceste eforturi îşi găsesc exprimarea şi în ponderea investiţiilor alocate pentru promovarea industriei carbonifere, aşa cum se arată în tabela 2.

Tabela 2

Situaţia investiţiilor capitale în industria carboniferă (în %)

	1950	1955	1957
Ponderea investiţiilor în industrie faţă de total investiţii în sector socialist	50,1	54,2	62,4
Ponderea investiţiilor în industria carboniferă faţă de total investiţii în industrie	7,4	19,7	9,4

Avînd în vedere durata de pregătire a punerii în exploatare a noilor capacităţi de producţie în industria carboniferă, reiese evident că nivelul ridicat al investiţiilor pentru această industrie înregistrat în anul 1955 va asigura o creştere importantă a producţiei în jurul anului 1960.

Examinarea balanţei simplificate a energiei primare arată că Bulgaria — cu toate că importă o anumită cantitate de combustibil petrolier şi de cocs — nu poate fi considerată ca o ţară deficitară în energie primară, deoarece exportul de ţiţei şi de cărbuni compensează (în echivalent caloric) o bună parte din acest import, nerezultînd decît un procent foarte redus din consumul intern care trebuie acoperit din import.

Tabela 3

Balanţa simplificată a energiei primare (în %)

Energie primară	1950	1955	1957
Producţia internă	100	100	100
Import faţă de producţie	9	11	14
Export faţă de producţie	1	4	8
Consum aparent*) faţă de producţie	108	107	106

*) Prin consum aparent se înţelege totalul producţiei de energie primară plus importul şi minus exportul, deci consumul efectiv inclusiv pierderile şi variaţiile stocurilor.

În prezent, cea mai mare parte a producţiei de ţiţei se exportă (spre exemplu în 1957 s-a exportat 70% din ţiţeiul extras), datorită insuficienţei vremelnice a capacităţii de prelucrare autohtone. Acest export compensează valoric o parte din importul petrolier, care în anul 1957 s-a cifrat la peste 500 000 tone faţă de cca. 200 000 tone ţiţei exportat.

Ţiţeiul bulgar prezintă unele avantaje specifice : are un conţinut de sulf foarte scăzut şi se caracterizează printr-un potenţial ridicat de păcură şi motorină.

În ţările importatoare ţiţeiul din R.P.B. se utilizează atît pentru obţinerea de combustibil pentru motoare şi pentru cazane, cît şi în vederea fabricării uleiurilor minerale de calitate.

În Bulgaria se prelucrează cca. 70 000 tone ţiţei anual, obţinîndu-se motorină, păcură, uleiuri minerale, bitum rutier, precum şi alte produse petroliere. Este prevăzută lărgirea instalaţiilor existente, respectiv mărirea capacităţii de prelucrare la cca. 100 000 tone ţiţei pe an.

În ceea ce priveşte consumul intern aparent de energie primară, structura acestuia a evoluat precum urmează:

Tabela 4

Evoluţia consumului intern aparent de energie primară

10^3 t. comb. conv.	1950		1955		1957	
	Cant.	Pond.	Cant.	Pond.	Cant.	Pond.
Cărbuni (incl. cocs).	3020	77	4300	74	5067	73
din care : lignit	(385)	(10)	(811)	(14)	(941)	(14)
Petrol	311	8	610	10	920	13
Lemne de foc	403	10	537	9	471	7
Energ. hidroelectrică	194	5	393	7	490	7
Total :	3928	100	5840	100	6948	100

Se observă că, exceptînd lemnele de foc, al căror consum aparent după ce a atins un vîrf în 1955 este în scădere, apropiindu-se de nivelul anului 1950, toate celelalte feluri de energie primară cresc în valori absolute, în tot intervalul considerat.

Creşterea cu cca. 3 milioane tone combustibil convenţional a consumului intern de energie primară în perioada 1950—1957 a fost preluată în proporţie de cca. 70% cu cărbuni, 20% cu combustibil petrolier şi 10% cu energie hidroelectrică.

În cadrul cărbunilor este de remarcat mărirea considerabilă a contribuţiei ligniţilor, al căror consum reprezintă cca. 250% în 1957 în comparaţie cu anul 1950.

Consumul aparent pe cap de locuitor — cu toate că marchează o creştere foarte importantă, ajungînd la 0,900 tone combustibil convenţional pe locuitor-an în 1957, faţă de numai 0,360 în 1939 şi 0,540 în 1950 — continuă să se afle încă la un nivel relativ redus în comparaţie cu media mondială.

* * *

Avînd în vedere preponderenţa cărbunilor în balanţa energetică a R.P.B. şi mai ales rolul din ce în ce mai important care revine ligniţilor în economia acestei ţări, în cele ce urmează se vor analiza cîteva aspecte principale constatate în Bulgaria în acest domeniu. Realizările ţării vecine privitoare la producţia şi consumul cărbunilor, dar în special al ligniţilor, prezintă interes pentru energeticienii noştri dat fiind că în economia energetică a R.P.R. există anumite probleme încă nesoluţionate, legate de extinderea utilizării ligniţilor şi a căror rezolvare ar putea fi înlesnită prin cunoaşterea experienţei din R. P. Bulgaria.

Cărbunii uzuali în Bulgaria se împart în: cărbuni bruni, cărbuni negri (cărbuni de piatră cu putere calorifică de peste 6000 kcal/kg), antracit

și lignit. Producția și consumul de cărbuni negri și de antracit sînt însă limitate, rolul preponderent revenind cărbunilor bruni și ligniților Astfel, din totalul producției carbonifere realizate în anul 1957, 69,3% reveneau cărbunelui brun și 27,3% lignitului, iar antracitul și cărbunii negri dețineau o pondere minoră de numai 1,3%, respectiv 2,1%.

Orientarea care se constată în Bulgaria spre dezvoltarea cu precădere a producției de lignit este susținută și prin rezultatele obținute în urma eforturilor depuse în vederea lărgirii rezervelor geologice, factor determinant al dezvoltării justificate a unuia sau altuia dintre felurile de combustibili. De exemplu: în timp ce rezervele A + B + C1 de cărbuni bruni au marcat la 1 ianuarie 1957 un nivel de 220% față de 1 ianuarie 1950, aceleași rezerve considerate la lignit au crescut în această perioadă la 1550%. Un asemenea spor al rezervelor presupune o intensificare importantă a cercetărilor geologice de prospectare și explorare, care a permis creșterea rezervelor de cărbune în bazinele cunoscute și darea în exploatare a unor noi bazine.

Concomitent cu sporirea rezervelor geologice (și respectiv a celor industriale), în industria carboniferă a Bulgariei au fost lărgite capacitățile de producție existente, respectiv au fost amenajate și puse în funcțiune noi capacități, înzestrate cu o tehnică avansată. În 1955, spre exemplu, extracția cărbunelui în mine a fost mecanizată în proporție de 95%, încărcarea în proporție de 12,4%, iar transportul în proporție de 98%.

S-au construit noi mine și cariere de lignit, acestea din urmă fiind mai avantajoase, întrucît necesită cheltuieli de investiții și de exploatare mai reduse decît în cazul extracției în subteran și asigură o productivitate a muncii sporită. Astfel, în anul 1957 din producția totală de cca. 3 milioane t lignit, cca. 800 000 tone, adică peste 1/4, s-au extras din cariere (exploatări la suprafață, la zi).

Productivitatea muncii — alt element determinant al economicității relative a unui anumit fel de combustibil — este în continuă creștere, înregistrînd următoarele valori exprimate în tone naturale de cărbuni (total) pe cap de muncitor efectiv: 1950 = 220,2; 1955 = 347,5; 1957 = 402,4 deci aproape o dublare în ultimii 7 ani.

Este de remarcat că în Bulgaria productivitatea muncii realizată la extracția lignitului este la un nivel ridicat, fiind foarte apropiată de productivitatea obținută la cărbunii bruni și depășind cu mult pe cea înregistrată la extracția cărbunilor negri și antracitului. Astfel, în 1955, în timp ce la lignit s-au obținut în medie 306 tone pe muncitor efectiv, la cărbuni bruni s-au realizat 387 tone, la cărbuni negri 122 tone, iar la antracit 195 tone.

Un alt factor deosebit de important pentru dezvoltarea economică a producției de combustibil este costul de producție. Și în această privință, se constată în ultimii ani o îmbunătățire la extracția ligniților. În tabela 5 se arată evoluția costului de producție al diferitelor feluri de cărbuni în anii 1955—1957, din care reiese că spre deosebire de ceilalți cărbuni, costurile de producție au înregistrat scăderi însemnate.

Tabela 5

Evoluția costului de producție al cărbunilor (leva/tonă)

	1955	1957	Diferențe, %
Cărbuni bruni	60,41	60,57	—
Lignit	79,66	72,50	— 9%
Cărbuni negri	222,06	225,68	+ 2%
Antracit	149,11	161,49	+ 8%

Așadar numai în ultimii doi ani costul de producție al lignitului a fost redus cu aproape 10%. Se prevede că în anii următori, prin intrarea în funcțiune a unor noi capacități de producție — în special exploatări la zi —, costul de producție al lignitului va fi și mai mult redus. Spre exemplu, lignitul care se va extrage în bazinul carbonifer Mariția-Est, prin exploatare în cariere, va costa în anul 1960, conform prevederilor existente, numai 16 leva/tonă.

Pe baza celor expuse mai sus se poate afirma că în economia energetică a Bulgariei, prin măsurile luate în anii de economie planificată, s-au pus bazele unei dezvoltări relativ economice a producției de lignit, acesta fiind — sau tinzînd a deveni în viitorul apropiat — cel mai adecvat dintre cărbuni, sub aspectul indicilor de bază ai producției de combustibili ca: gradul de solicitare al rezervelor, productivitatea muncii, costul de producție etc.

După ce s-a examinat situația lignitului în sfera producției (a extracției propriu-zise), este indicat a se efectua o scurtă trecere în revistă a principalelor realizări și în privința consumului de lignit în R.P.B.

În primul rînd în ceea ce privește pregătirea, prepararea ligniților în vederea consumării lor în condiții ameliorate, este de semnalat faptul că brichetarea lignitului — care la noi în țară continuă a constitui încă o problemă ce-și așteaptă rezolvarea — în Bulgaria a fost pusă la punct.

O realizare deosebită în acest domeniu o va constitui construirea, începută deja, a unei uzine de brichetare cu capacitate finală de 1 800 000 t brichete pe an, care este prevăzută a se realiza în trei etape de cîte 600 000 t pe an, dintre care prima se va termina în anul 1960, a doua în 1962, iar a treia în 1965. Aceste instalații de brichetare vor utiliza lignitul care se va extrage — prin exploatare în cariere — din bazinul Mariția-Est, amintit mai sus. Lignitul respectiv va fi utilizat atît pentru brichetare cît și în vederea alimentării unei centrale termoelectrice care se va instala local, urmînd a intra în funcțiune în anul 1960 cu o putere de 50 MW.

Caracteristicile principale ale materiei prime pentru brichetare se prevăd a fi următoarele: umiditate 50—55%, conținut de cenușă cca. 20%, conținut de sulf 6%, iar puterea calorică cca. 1500 kcal/kg. Lignitul destinat centralei termoelec-

trice va avea cca. 56% umiditate, cca. 40% cenuşă, 6% sulf şi o putere calorică de cca. 1250 kcal/kg. Se constată deci că este vorba de lignit de calitate cu totul inferioară, mai slab decît ligniţii uzuali în R.P.R., cu deosebirea că pentru brichetare, bineînţeles, nu se depăşeşte un conţinut maxim de 20—22% cenuşă.

Deocamdată însă, pînă la realizarea proiectului sus-arătat, ligniţii se livrează la consumatori fără o preparare prealabilă. Principalii consumatori ai celor 3 milioane tone lignit produse în anul 1957 sînt următorii:

încălzit populaţie şi instituţii	cca.	1 000 000 t
centrale termoelectrice	„	1 000 000 „
uzine chimice (excl. prod. en. el.)	„	300 000 „
fabrici de ciment	„	220 000 „
uscarea tutunului	„	80 000 „
transporturi feroviare	„	200 000 „

Se remarcă importanta cantitate de lignit alocată consumului pentru încălzit, din care cea mai mare parte (660 000 t) revine consumului populaţiei. Această cantitate, comparată cu cele cca. 200 000 t/an cît s-a atins la noi în această privinţă, apare ca fiind foarte importantă, mai ales dacă se are în vedere şi faptul că populaţia din R.P.R. reprezintă peste dublul celei din R.P.B.

Lignitul care se livrează populaţiei în Bulgaria este din sortul cu granulaţie de peste 80 mm, cu 3% sulf, 30% apă şi 28% cenuşă şi avînd o putere calorifică de 2200 kcal/kg. Aşadar reprezintă un sort de calitate apropiată de aceea a lignitului livrat populaţiei din R.P R., şi totuşi în ţara vecină s-a ajuns la o extindere cu mult mai mare a utilizării lignitului de către populaţie, respectiv la consumul casnic în general.

Un element hotărîtor în această privinţă îl constituie şi faptul că în R.P.B. se aplică un preţ încurajator al consumului de lignit. Astfel, în timp ce preţul de vînzare al lemnelor de foc — principalul combustibil deficitar care trebuie înlocuit cu lignit — este de 226 leva, preţul cărbunelui brun este de 112 leva/t, iar cel al lignitului de numai 50 leva/t, la desfacerea pentru populaţie. Diferenţa pînă la costul de producţie al lignitului, cifrat la 72 leva/t, este suportată din buget. Totodată, cărbunii se pot achiziţiona de către populaţie fără nici o limitare, în timp ce lemnele se obţin pe bază de repartiţie, în cantităţi limitate şi la preţul restrictiv sus-arătat.

Arderea lignitului la consumatorii casnici se face în sobele şi instalaţiile de ardere existente (care înainte vreme consumau în majoritatea cazurilor lemne de foc), fără modificări speciale. Totuşi pentru a înlesni şi mai mult extinderea consumului de lignit, au fost importate, în vederea experimentării şi adaptării eventuale la condiţiile specifice locale unele sobe speciale, care dînd rezultate favorabile, se prevede introducerea lor pe scară largă la consumatori. Această operaţie de asemenea este menită a constitui un factor stimulativ al consumului de lignit şi totodată va conduce la raţionalizarea consumului de combustibil în sectorul casnic.

Ca urmare a acţiunii susţinute duse de organele de resort din R.P.B. pentru extinderea utilizării lignitului, consumul populaţiei din acest combustibil a crescut în 1957 la un nivel de aproape 4 ori mai mare decît în anul 1950, depăşind cu mult creşterile înregistrate la ceilalţi combustibili.

Tabela 6

Evoluţia consumului de combustibil al populaţiei

	UM	1950	1955	1957	Nivel 1957/1950
Cărbuni bruni	10^3 t	620	680	860	139
Lignit	10^3 t	175	370	660	377
Lemne de foc	$10^3 m^3$	890	1340	1220	137
Total în 10^3 t. cc		554	737	888	160

În cadrul consumului industrial, este de relevat cantitatea relativ însemnată de lignit destinată centralelor termoelectrice. În ultimii ani o parte din ce în ce mai importantă a energiei electrice debitate de centralele din Bulgaria a fost produsă cu lignit (consumat sub formă de praf), aşa cum se arată în tabela de mai jos.

Tabela 7

Evoluţia producţiei de energie electrică (în GWh)

10^6 kWh	1939	1950	1955	1957
Total	266,0	796,7	2074,1	2640,0
din care :				
— hidro	152,8	267,2	647,7	826,8
— Diesel	26,9	23,5	44,0	93,1
— termo	86,3	506,0	1382,4	1720,1
din aceasta :				
cu lignit			458	530

Aşadar, aproximativ 1/3 din energia electrică produsă în centralele termoelectrice în anii 1955 şi 1957 a avut la bază consum de lignit. Principalele centrale electrice consumatoare de lignit sînt: CTE Mariţa I (12,5 MW) şi CTE Mariţa III (50 MW) ambele la Dimitrovgrad şi CET Stalin din Sofia, care are o putere instalată totală de 100 MW, din care însă numai 50 MW funcţionează pe bază de lignit, restul fiind amenajat pe consum de cărbune brun. Este de remarcat faptul că prin această CET se asigură termoficarea parţială o oraşului Sofia (realizîndu-se atît termoficarea urbană cît şi cea industrială). De asemenea şi alte centre din Bulgaria, ca Dimitrovo şi Dimitrovgrad, au introdus termoficarea, ceea ce arată o dată mai mult preocuparea existentă şi realizările obţinute în R.P.B. în privinţa unei valorificări superioare, moderne, a surselor energetice.

Cantităţi importante de lignit se utilizează şi în industria chimică — unde printre marii consumatori amenajaţi pe consum de lignit se remarcă

Combinatul chimic „I. V. Stalin" din Dimitrovgrad — de asemenea şi în industria materialelor de construcţii (fabrica de ciment „Vulcan" şi altele). Lignitul este ars în instalaţiile din aceste industrii fie în exclusivitate, fie în combinaţie cu alţi combustibili.

Astfel, la uzina chimică „Gh. Dimitrov" din apropierea oraşului Sofia — uzină care produce : săpun, clei de oase, glicerină, uleiuri vegetale etc. — lignitul se arde în combinaţie cu cărbune brun. Centrala de forţă a uzinei este înzestrată cu 2 cazane Babcock-Wilcox, dintre care unul cu debit 16 t/h abur, iar al doilea cu 9 t/h abur la 420°C şi 40 ata. La cazanul de 16 t/h abur se arde combinat cărbune brun — pe grătar şi lignit — pulverizat în focar. Lignitul utilizat prezintă următoarele caracteristici : umiditate 50%, cenuşă 35%, putere calorifică inferioară cca. 1500 kcal/kg şi granulaţie de 0—16 mm ; deci un sortiment inferior celor utilizate în prezent în industria din R.P.R.

Lignitul este măcinat în mori cu ciocane (avînd o capacitate totală de 50—55 t/24 h), obţinîndu-se o granulaţie de 0,5—1 mm, care este apoi pulverizată în camera de ardere. Gazele rezultate din arderea cărbunelui brun sînt recirculate în vederea uscării lignitului, reducîndu-i umiditatea iniţială la numai 15—19% la intrarea în arzător. Amestecul de gaze şi de praf de lignit are 70—80°C în momentul injectării.

În modul acesta, în instalaţia de ardere a uzinei respective se consumă în 24 ore cca. 55 t lignit şi cca. 70 t cărbune brun împreună cu o mică cantitate de coji de seminţe. Lignitul necesar este adus de la mina „Bolşevik" din localitatea Dragoman, de la o distanţă de numai cca. 20 km faţă de cărbunele brun (care se consuma în exclusivitate înainte de introducerea consumului combinat cu lignit), care trebuie transportat de la 50 de km. În felul acesta se realizează şi economii decurgînd din reducerea distanţei de transport a combustibilului.

Rezultă deci că prin amenajări relativ simple şi puţin costisitoare a instalaţiei de ardere şi a gospodăriei de combustibil, a devenit posibilă utilizarea unui combustibil inferior, realizîndu-se astfel economii atît la costul transportului cît şi la costul de exploatare.

Dar consumul lignitului în Bulgaria are loc din ce în ce mai răspîndit şi în instalaţii special construite pe acest fel de combustibil. Uzina constructoare de maşini „G. Kirkov" din Sofia construieşte de mai mulţi ani o serie întreagă de tipuri de cazane amenajate pentru consum de lignit.

*

* *

În concluzie, baza de energie primară a Republicii Populare Bulgaria este asigurată în măsură din ce în ce mai accentuată cu combustibili minerali — în cadrul cărora se dezvoltă cu preponderenţă aportul ligniţilor. Totodată se realizează valorificarea în proporţii crescînde a importantelor surse hidroenergetice amenajabile.

Rezultă atenţia deosebită care se acordă bunei gospodăriri a resurselor energetice, prin îmbinarea posibilităţilor celor mai favorabile de producţie — determinate de factori ca: rezerve, preţ de cost, productivitatea muncii etc. — cu posibilităţile de utilizare raţională şi complexă a combustibililor, pe linia realizării unor instalaţii de ardere economice, a brichetării, a termoficării etc., acţiune susţinută printr-o adecvată politică de preţuri a combustibililor. Toate acestea sprijină acţiunea generală de economisire a cheltuielilor de muncă socială şi de valorificare cît mai raţională a resurselor naturale ale ţării.

Înainte de a încheia, autorul ţine să-şi exprime mulţumirile pentru deosebita amabilitate cu care a fost condus în locurile vizitate în Bulgaria şi pentru bunăvoinţa cu care i s-au pus la dispoziţie toate informaţiile şi datele dorite şi îşi exprimă speranţa că prin acest articol va aduce o contribuţie cît de mică pentru o mai bună cunoaştere a realizărilor harnicului popor bulgar.

Bibliografie

[1] *** : *Anuarul statistic al R.P. Bulgaria* anul 1947.

[2] *** : *Rezultatele îndeplinirii celui de al doilea plan cincinal de dezvoltare a economiei naţionale a R.P.B. pe anul 1953 — 1957.* „Rabotnicesko Delo" nr. 75 (1958).

[3] *** : *Directivele celui de al 7-lea Congres al P.C. Bulgar, cu privire la desvoltarea R.P. Bulgaria pe anii 1958—1962.* „Rabotnicesko Delo" nr. 99/58.

[4] *** : „Nesteanoe Hoziaistvo vol. 35 (1957) nr. 3, pag. 64—65.

[5] *** : *„Probleme economice"* traducerea revistei sovietice „Voprosî Ekonomiki" nr. 5 (1957) pag. 140—142.

621.181.001. 3/4

Cazanul Vuia

Analiză funcțională și domeniu de utilizare

N. ANTONESCU *) — București

Pe baza rezultatelor cercetărilor experimentale efectuate asupra cazanului Vuia, se poate face o analiză critică a schemei de funcționare a cazanului și a elementelor sale. În lucrare se ajunge la concluzia că funcționarea în schemă de circulație forțată a cazanului este recomandabilă din punct de vedere funcțional și economic.

În privința elementelor cazanului, se dau soluțiile de îmbunătățire constructivă și funcțională a injectorului și a sistemului de serpentine.

În încheiere, se face o scurtă prezentare a domeniului de utilizare pentru cele două variante de instalații de cazan Vuia studiate.

În articolul precedent**) au fost prezentate caracteristicile termice și hidrodinamice ale cazanului Vuia, caracteristici pe baza cărora se poate face un studiu al elementelor cazanului și o analiză critică a soluției actuale.

Traian Vuia a adoptat pentru cazanul său, inițial destinat instalațiilor mobile, schema de străbatere forțată care permite, în cele mai avantajoase condiții, din punctul de vedere al greutății și al gabaritului cazanului, o ridicare a parametrilor aburului — după indicațiile inventatorului — pînă la 190 at și 500°C. Tot pentru reducerea greutății și a spațiului ocupat de cazan, factori determinanți în alegerea soluțiilor la cazanele destinate transportului, Traian Vuia a studiat toate posibilitățile de intensificare a proceselor termice din cazan (ardere, transmisie de căldură), admițînd în consecință o funcționare la solicitări apropiate de limita maximă admisă pentru materiale și un randament global al instalației mai redus, datorită consumului mare de putere a instalației anexe de alimentare.

Ulterior, cînd motoarele cu ardere internă perfecționate au rezolvat problema tracțiunii, Traian Vuia a încercat să dea cazanului său o utilizare industrială. În ultimii ani ai vieții sale, el a realizat — în colaborare cu ing. G. Brola — un prototip de cazan modificat, o primă etapă spre un cazan industrial, în care și-a îndreptat atenția asupra micșorării consumului de energie al agregatelor auxiliare de alimentare și a simplificării lor constructive.

Vom analiza în continuare, pentru condițiile actuale de funcționare a cazanelor în industrie, elementele constructive ale cazanului Vuia, care prezintă o deosebită valoare și care sînt cele ce trebuie modificate într-o schemă de cazan industrial.

1. Schema de circulație

Schema de străbatere forțată, adoptată, în general, pentru cazanele mici destinate transportului sau utilizărilor speciale, nu este indicată pentru un cazan industrial de debit mic destinat producerii de abur tehnologic. Rezerva de apă în țevile serpentinelor fiind foarte mică, inerția cazanului este atît de redusă, încît impulsurile din partea pompelor de alimentare sau din partea consumatorilor acționează asupra parametrilor aburului în cîteva secunde; acest timp este mult prea scurt pentru a permite o intervenție manuală de corectare și înseamnă pentru cazan pericol permanent de avariere, iar pentru cel ce ar conduce cazanul necesitatea unei calificări superioare și a unei atenții permanent încordate. De altfel, datorită acestei inerții termice atît de mici, automatizarea cazanului este foarte dificilă; zona de trecere apă-abur fiind variabilă ca poziție în funcție de debit și de parametri, nu se poate prelua un impuls anticipat din această zonă și nici nu se poate introduce, din motive constructive, o țeavă de semnal în scurtcircuit, ca la alte cazane.

Un ultim inconvenient al schemei de străbatere forțată, cînd este vorba de utilizarea industrială a cazanului este necesitatea utilizării distilatului sau a condensatului pur pentru alimentare. În cazul cînd cazanul ar fi alimentat cu apă conținînd săruri, acestea s-ar depune parte în interiorul serpentinei fierbătoare, parte fiind antrenată de abur în agregatele utilizatoare. Sărurile depuse în interiorul serpentinelor, după cum se va arăta amănunțit în cele ce urmează, duc la mărirea solicitărilor termice ale materialului țevilor, iar cele antrenate în agregatele utilizatoare pot provoca, de asemenea, mari neajunsuri.

Soluția care elimină aceste deficiențe analizate este schema de circulație forțată. Prin faptul că în această schemă există un tambur separator cu un anumit volum de apă, iar prin serpentinele sistemului fierbător circulă, cu un debit de 8—10 ori debitul cazanului, un amestec apă-abur cu un titlu maxim de 0,10—0,12, inerția cazanului este mărită pînă la gradul necesar unei conduceri manuale comode. În aceste condiții de inerție și dispunînd și de o separație precisă între zona de apă și cea de abur saturat, semiautomatizarea cazanului și chiar automatizarea completă sînt mult simplificate. Ea constă într-un releu de nivel care, printr-un

*) Inginer, șef de sector cercetări cazane. Institutul de Energetică al Acad. R.P.R.

**) N. Antonescu. *Cazanul Vuia, caracteristici termice și hidrodinamice.* Revista Energetica nr. 5/1958.

dispozitiv cunoscut, permite menținerea nivelului constant în tambur și un reglaj simultan al debitului de combustibil și de aer, comandat de un releu de presiune pe conducta de abur debitat.

Dispunînd de posibilitatea de a purja soluția cu conținut mare de săruri ce se depune la fundul tam-

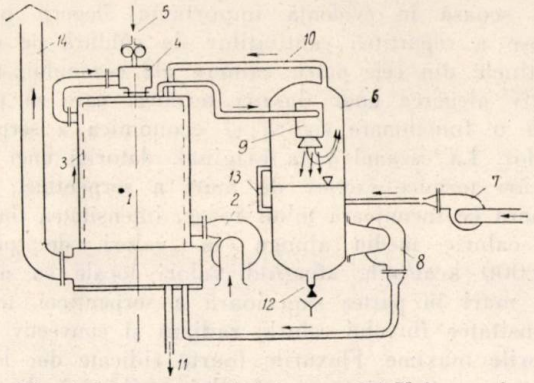


Fig. 1 Schema instalației cazanului Vuia cu circulație forțată.

burului separator, se poate utiliza pentru alimentarea cazanului apă produsă cu instalațiile obișnuite industriale de epurare a apei, nemaifiind necesar condensatul pur sau apa distilată.

În fig. 1 este prezentată schema cazanului Vuia funcționînd în schemă de circulație forțată.

În continuare, se vor analiza unele elemente ale cazanului Vuia original, în lumina rezultatelor cercetărilor experimentale, efectuate asupra cazanului experimental de 1 t/h de la Institutul de Energetică.

2. Dizpozitivele de ardere

Pulverizarea combustibilului și amestecul aer-combustibil sînt realizate în cazanul original cu ajutorul unui injector plasat la partea inferioară a tubului focar. Acest injector are două poziții de funcționare : una de aprindere și una de mers în regim. Combustibilul intră printr-o tijă centrală, al cărei orificiu de capăt poate fi reglat printr-un obturator. Aerul intră în jurul tijei, unde este dirijat, de către un corp director, în parte printr-un orificiu central în formă de ajutaj convergent, în centrul căruia se găsește orificiul de capăt al tijei de combustibil, și în parte printr-un spațiu inelar realizat între corpul director și cămașa injectorului, unde aerul primește și o mișcare de rotație, datorită unor palete înclinate la 45°. În mersul de regim, numai o cantitate redusă de aer trece prin ajutajul central servind la antrenarea și la pulverizarea primară a combustibilului ; restul — de aproximativ 3/4 din debitul de aer — trecînd prin exteriorul corpului director, primește mișcarea de rotație și, amestecîndu-se la ieșirea din injector cu aerul primar care a antrenat combustibilul, produce o pulverizare secundară, dînd astfel amestecului un con de împrăștiere cu deschidere foarte mare. În felul acesta, combustibilul intră în contact, chiar la intrare, cu pereții foarte calzi ai tubului focar și se produce aprinderea.

În poziția de pornire, drumul aerului secundar este obturat, întreaga cantitate de aer trece prin ajurajul central al corpului director și antrenează combustibilul sub formă de jet cu con foarte mic de împrăștiere, astfel încît picăturile pulverizate ajung pînă la capătul superior al tubului focar, unde se află dispozitivul de aprindere, bujia.

Sistemul de injector descris mai sus, adoptat la cazanul original Vuia, prezintă o serie de deficiențe rezultate din folosirea aerului ca agent de pulverizare, ca : necesitatea asigurării unor viteze mari în zona de amestec și necesitatea de a comprima, la o presiune relativ mare, întreaga cantitate de aer necesară combustiei.

În diagrama prezentată în fig. 2 și 3 sînt date curbele caracteristice de funcționare ale acestui injector, determinate experimental.

Se constată, din urmărirea curbelor din fig. 2, că pierderile în injector la poziția de pornire sînt foarte mari, circa 2 200 mm CA la 300 Nm^3 aer, ceea ce duce la necesitatea pornirii cazanului la un regim scăzut (aproximativ 1/3 din D_n).

Pierderile în regim (fig. 3) sînt, de asemenea, foarte ridicate, ceea ce determină un consum ridicat de energie la acționarea suflantei de aer.

Un alt inconvenient al sistemului de pulverizare cu aer constă în aceea că finețea de pulverizare este nesatisfăcătoare, prin aceasta prelungindu-se faza de preîncălzire-gazeificare a combustibilului și, deci, fiind necesară o zonă mai lungă din tubul focar pentru pregătirea arderii.

Remedierea tuturor deficiențelor economice și funcționale ale injectorului actual al cazanului Vuia se face adoptînd sistemul de injecție cu pul-

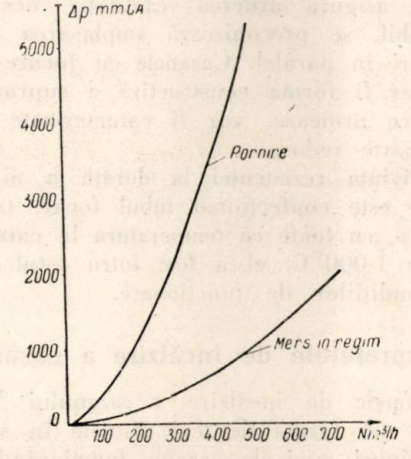


Fig. 2 Pierderi de presiune în injector funcție de debitul de aer insuflat.

verizare mecanică a combustibilului. Acest sistem, ce se va adopta în construcțiile noi de cazane Vuia industriale și care a dat rezultate bune în probele pe model experimental, prezintă avantajul de a fi economic (aerul nefiind nevoit să efectueze pulverizarea combustibilului) și, totodată, de a simplifica

funcționarea cazanului, pornirea putîndu-se face la debite ridicate și fără manevre complicate.

Focarul cazanului Vuia, în care sînt create condițiile termice ale unei arderi intensificate și de bună calitate, este, după cum s-a ilustrat prin cifrele date în articolul anterior, un focar de o deosebită valoare economică și funcțională. Acest

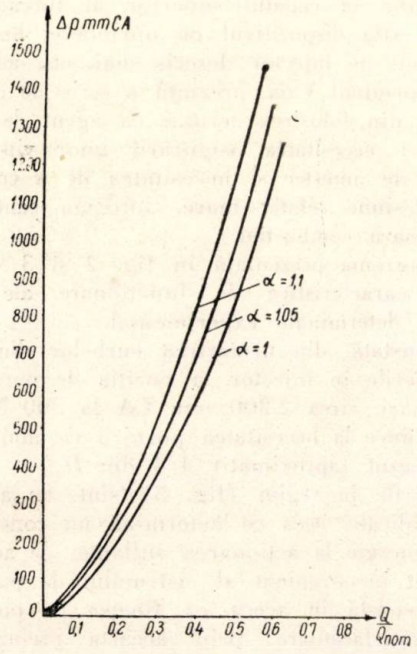


Fig. 3 Pierderi de presiune în injector la diverse regimuri de funcționare a cazanului.

focar este păstrat în construcțiile de cazan Vuia modificat și se studiază posibilitatea aplicării lui în cazane de debite mai mari, unde, un singur tub neputînd asigura arderea cantității necesare de combustibil, se preconizează amplasarea mai multor tuburi în paralel. Cazanele cu focare tubulare, oricare ar fi forma constructivă a suprafețelor de schimb ce urmează, vor fi caracterizate prin gabarite foarte reduse.

În privința rezistenței la durată a materialului din care este confecționat tubul focar, trebuie remarcat că, cu toate că temperatura la care lucrează depășește 1 000°C, el a fost întru totul corespunzător condițiilor de funcționare.

3. Suprafețele de încălzire a cazanului

Suprafețele de încălzire a cazanului Vuia sînt realizate sub formă de țevi răsucite în serpentină. Pentru tipuri mici de cazane, funcționînd în străbatere sau circulație forțată, dispoziția aceasta este foarte judicioasă, ea permițînd amplasarea unor suprafețe mari într-un volum restrîns. Problema alegerii pasului între spirele serpentinei este o problemă ce se rezolvă de la caz la caz, pe baza unui calcul tehnico-economic. Din punct de vedere funcțional și constructiv, soluția utilizării serpentinelor este mai bună decît soluția adoptată în alte variante constructive de cazane similare: țevi drepte mandrinate în plăci tubulare. În adevăr, coeficientul de transmisie de căldură este mai bun, după cum rezultă din diagrama comparativă din fig. 4 și, în același timp, se înlătură greutățile inerente unor etanșări la presiune pe suprafețe mari plane.

În urma cercetărilor efectuate asupra cazanului Vuia experimental al Institutului de Energetică, a fost scoasă în evidență importanța alegerii judicioase a repartiției cantităților de căldură pe serpentinele din cele patru camere ale cazanului, respectiv alegerea unor fluxuri termice, care să permită o funcționare sigură și economică a serpentinelor. La cazanul Vuia original, datorită unei încărcări termice excesiv de mari a serpentinei din camera ce înconjoară tubul focar, intensitatea fluxului caloric mediu ajunge la valori de peste 150 000 kcal/m²h, atingînd valori locale cu mult mai mari în partea superioară a serpentinei, unde intensitatea fluxului caloric radiant și convectiv are valorile maxime. Fluxurile foarte ridicate duc la o creștere a temperaturii peretelui țevii pînă dincolo de limita admisibilă a materialului, mai ales dacă se suprapun efectele unei neuniformități termice sau ale unui strat de piatră în interiorul țevii. În timpul încercărilor cazanului Vuia au avut loc, din aceste cauze, o serie de avarii ale primei serpentine, caracteristice regimurilor de suprasolicitare termică a materialului.

În noile construcții de cazane Vuia, ținînd seamă de experiența dobîndită, vitezele gazelor în came-

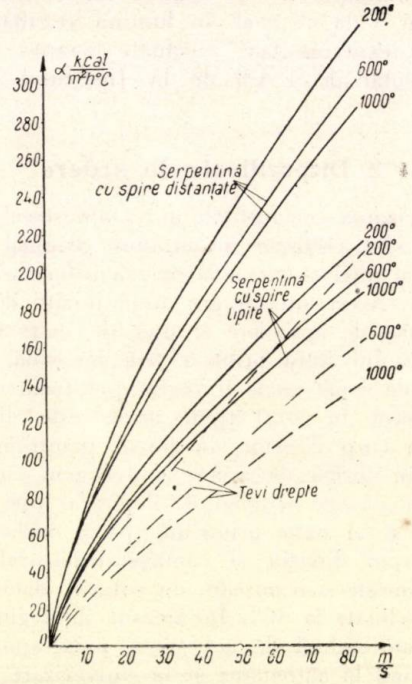


Fig. 4 Diagramă comparativă a coeficientului de transmisie a căldurii pentru diferite soluții constructive de suprafețe de schimb.

rele de circulație au fost în așa fel alese, încît să se realizeze o mai uniformă repartiție a cantității de căldură pe serpentine, o pierdere de presiune mai mică pe traseul gazelor în cazan și o solicitare

termică mai redusă a serpentinei *I*, prin scăderea intensității fluxului caloric convectiv.

În tabela 1, se dau datele comparative pentru cele două soluții de cazan.

Tabela 1

	Căldură preluată în camera *I*(%)	Suprafața serp. *I* (m^2)	Viteza gazelor (m/s)	Solicitarea termică a serp. *I* $\left(\frac{kcal}{m^2h}\right)$
Cazan Vuia original	69,6	1,3	114,5	397000
Prototip modificat	51	2,41	61	136000

Tot în urma rezultatelor obținute prin cercetările experimentale asupra cazanului original Vuia de 1 t/h, a reieșit necesitatea luării unor măsuri speciale pentru reducerea neuniformității termice. În această privință, trebuie să distingem două cazuri deosebite: cazanul lucrînd în schemă de străbatere forțată și cazanul lucrînd în schemă de circulație forțată.

Neuniformitatea termică apare în cazul cazanului studiat, datorită repartiției neuniforme a debitului de apă pe cele 8—12 țevi, legate în paralel, care formează serpentinele. Relația de calcul a neuniformității este:

$$x = \left(\frac{\Delta i}{\Delta i_m} - 1\right) 100 = \left(\frac{Q\ D_m}{Q_m\ D} - 1\right) . 100\ \%,$$

în care:

x este neuniformitatea termică;
Δi — creșterea de entalpie a fluidului în țeava respectivă;
Δi_m — creșterea medie de entalpie a fluidului pe toate țevile;
Q — căldura preluată de fluidul din țeava respectivă;
Q_m — căldura medie preluată de fluid pe toate țevile;
D — debitul fluidului prin țeavă;
D_m — debitul mediu de fluid pe toate țevile.

Din relație rezultă că neuniformitatea depinde, în aceeași măsură, de neuniformitatea repartizării debitelor pe țevi $\frac{D_m}{D}$ și de neuniformitatea de cedare a căldurii $\frac{Q_m}{Q}$, aceasta din urmă fiind însă neglijabilă la cazanul Vuia, datorită dispoziției în serpentină a tuturor țevilor.

În schema de străbatere forțată, o mică neuniformitate X duce la o supraîncălzire accentuată a aburului la ieșirea din țeava respectivă, după cum rezultă din tabela 2, calculată pentru parametrii medii ai aburului de 13 ata — 250°C și în ipoteza reală că în serpentina din prima cameră se preia 60% din întreaga cantitate de căldură cedată fluidului în cazan.

La cazanul Vuia original, în care circuitele țevilor sînt separate pe tot traseul, de la colectorul de apă la cel de abur, neuniformitatea atinge în mod normal valori de 8—12%, ceea ce — după cum rezultă din tabelă — limitează posibilitatea de a obține abur supraîncălzit la o temperatură convenabilă.

Tabel 2

x %	$\Delta i - \Delta i_m$	i_e	t_e °C
0	0	700,4	250
2	8,16	708,6	265
4	16,32	717,1	281
6	24,48	724,9	295
8	32,64	733	312
10	40,8	741,2	328
12	48,96	749,4	344

Soluția de reducere a neuniformității termice, care se impune pentru acest caz, este amplasarea, la fiecare trecere dintr-o serpentină în alta, a unor colectori cu rol de uniformizare a temperaturii fluidului la intrarea în serpentină și de uniformizare a repartiției debitelor pe fascicolul de țevi în paralel. Cu un singur colector de amestec, amplasat pe cazanul experimental între ultimele două serpentine, a fost redusă neuniformitatea la circa 4%, ceea ce a permis efectuarea în bune condiții a experiențelor cu abur supraîncălzit, de peste 300°C.

În cazul adoptării schemei de circulație forțată, avînd în vedere că titlul aburului la ieșirea din cazan este foarte redus (0,10—0,12) datorită coeficientului mare de recirculație, neuniformitatea termică nu poate produce neajunsuri în funcționare. În adevăr, o neuniformitate, chiar foarte ridicată în cazul unei soluții fără colectoare de uniformizare între țevi, va avea ca efect creșterea titlului aburului în țeava respectivă, însă nu și o ridicare a temperaturii fluidului, aceasta rămînînd pe pragul de saturație.

În tabela 3, se dau variațiile de titlu datorită neuniformității, calculate în aceleași ipoteze în care s-a făcut calculul și pentru cazanul cu străbatere forțată.

Tabela 3

x%	$\Delta i - \Delta i_m$	x
0	0	0,10
2	0,816	0,1017
4	1,632	0,1035
6	2,448	0,1052
8	3,264	0,1069
10	4,080	0,1087
12	4,896	0,1135

Alte observații privind celelalte elemente ale cazanului, rezultate în urma cercetărilor, sînt de mai mică importanță și se referă la necesitatea protejării, sau a răcirii capacelor cazanului în zona lor centrală, unde au o temperatură ridicată, și a executării părții superioare a cămășii separatoare

dintre camera *I* și a *II*-a din oțel aliat, care să reziste la un regim de funcționare de circa 800°C.

4. Analiza domeniului de utilizare

În încheierea prezentării cazanului Vuia, este necesară o scurtă analiză a domeniului de utilizare a cazanului.

În varianta originală cu străbatere forțată, ținînd seama că puterea lui se limitează la debite mici și că prezintă avantajele de a fi ușor, cu pornire rapidă și de a putea da abur la parametri diferiți, pînă la cei mai înalți, după cerințele consumatorului, cazanul se recomandă să fie utilizat pentru utilarea laboratoarelor termice, chimice sau industriale. De asemenea, este foarte indicat ca producător de abur în grupuri mobile cu destinație specială : grupuri sanitare, grupuri de produs abur pentru încercat armături etc. O utilizare foarte răspîndită a acestui gen de cazane este și ca grup de încălzire pentru instalațiile mobile și, în special, pentru trenurile Diesel și Diesel-electrice.

În varianta modificată de cazan Vuia, funcționînd în schemă de circulație forțată, domeniul de utilizare se lărgește considerabil, cazanul prezentînd în plus avantajele de a fi sigur în funcționare, ușor de condus și admițînd ca apă de alimentare o apă obișnuită tratată industrial.

Cu aceste calități, cazanul Vuia este indicat, pe lîngă celelalte locuri de utilizare amintite la varianta precedentă, pentru producere de abur tehnologic în industrie. Se întrevede posibilitatea construirii de agregate cu debite pînă la 3 t/h abur, agregate care ar putea satisface o mare parte din consumatorii de abur tehnologic din industria textilă, industria alimentară, industria petrolului etc.

621.13.002/4

Aburul supraîncălzit la locomotivele de cale îngustă

*ION ZĂGĂNESCU**) — Timișoara

Pe baza experiențelor efectuate se expun avantajele energetice și economice ce se pot obține prin folosirea și la locomotivele de cale îngustă a aburului supraîncălzit.

Aburul supraîncălzit nu s-a prea întrebuințat la locomotivele de cale îngustă din două motive : pe de o parte fiindcă combustibilul folosit se găsea în general din abundență în locurile unde lucrează de obicei aceste locomotive (de exemplu, lemnul la exploatările forestiere etc. și deci personalul de exploatare a preferat comoditatea manipulării și întreținerii, în locul economiei de combustibil, iar pe de altă parte, însuși constructorii de specialitate au preferat construcția simplă a locomotivei cu abur saturat față de aceea cu abur supraîncălzit, mult mai complicată și mai ales complet nestudiată la locomotivele de cale ferată îngustă. Bogata experiență în materie, adunată pentru locomotivele puternice de cale normală nu se poate aplica la locomotivele mici de cale îngustă, încît valorile verificate ale rapoartelor geometrice H_c/R, H_f/R, H_d/H_i, H_s/H_v, care stau la baza construcției locomotivelor de cale normală, își pierd valabilitatea la construcția locomotivelor de cale îngustă. În ultimul timp însă sporirea considerabilă a transporturilor și pe aceste căi ferate înguste, precum și tendința tot mai accentuată a micșorării costului transporturilor aferente locomotivelor (costuri de exploatare, de reparație și renovare, care ating circa 20 % din costul unei tone brute km, din care 50—60 % sînt costuri de combustibil) au determinat reconsiderarea problemei utilizării aburului supraîncălzit și la locomotivele ușoare de cale îngustă, acesta fiind mijlocul principal în ceea ce privește realizarea economiilor substanțiale de combustibil.

Considerațiile de mai sus sînt suficiente pentru a arăta importanța studierii problemei aplicării aburului supraîncălzit și la locomotivele mici de cale îngustă, aceasta cu atît mai mult cu cît în țară la noi sînt peste 400 de asemenea locomotive, toate lucrînd cu abur saturat.

Caracteristicile locomotivei studiate.

Pentru acest studiu s-a ales locomotiva tender D^2 cu abur saturat, construcția cea mai nouă a C. M. Reșița din care s-au executat pînă în prezent și sînt în exploatare circa 300 bucăți.

Caracteristicile principale ale acestei locomotive sînt :

— ecartament	760 mm
— timbrul căldării	14 kg/cm²
— greutatea în serviciu	24,80 t
— greutatea de aderență	24,80 t

Această locomotivă a fost modernizată la fabrica de locomotive C. M. Reșița după indicațiile date de autor, prin aplicarea unui supraîncălzitor de tipul Schmidt compus din 10 elemente de supraîncălzire. Reducerea suprafeței încălzitoare și calculul suprafeței de supra-

*) Prof. ing. I. Zăgănescu este titularul catedrei de locomotive, Instit. Politehnic Timișoara.

încălzire a fost făcut pentru situația ca micșorarea producției de abur orare să fie compensată, în ceea ce privește puterea locomotivei, prin consumul specific de abur redus al motorului datorită unei supraîncălziri potrivite a aburului.

Caracteristicile constructive ale locomotivei D^2 modernizate sînt :

— suprafața încălzitoare a țevilor mici de fum	11,95 m²
— suprafața încălzitoare a țevilor mari de fum	10,29 m²
— suprafața încălzitoare a supraîncălzitorului	10,05 m²

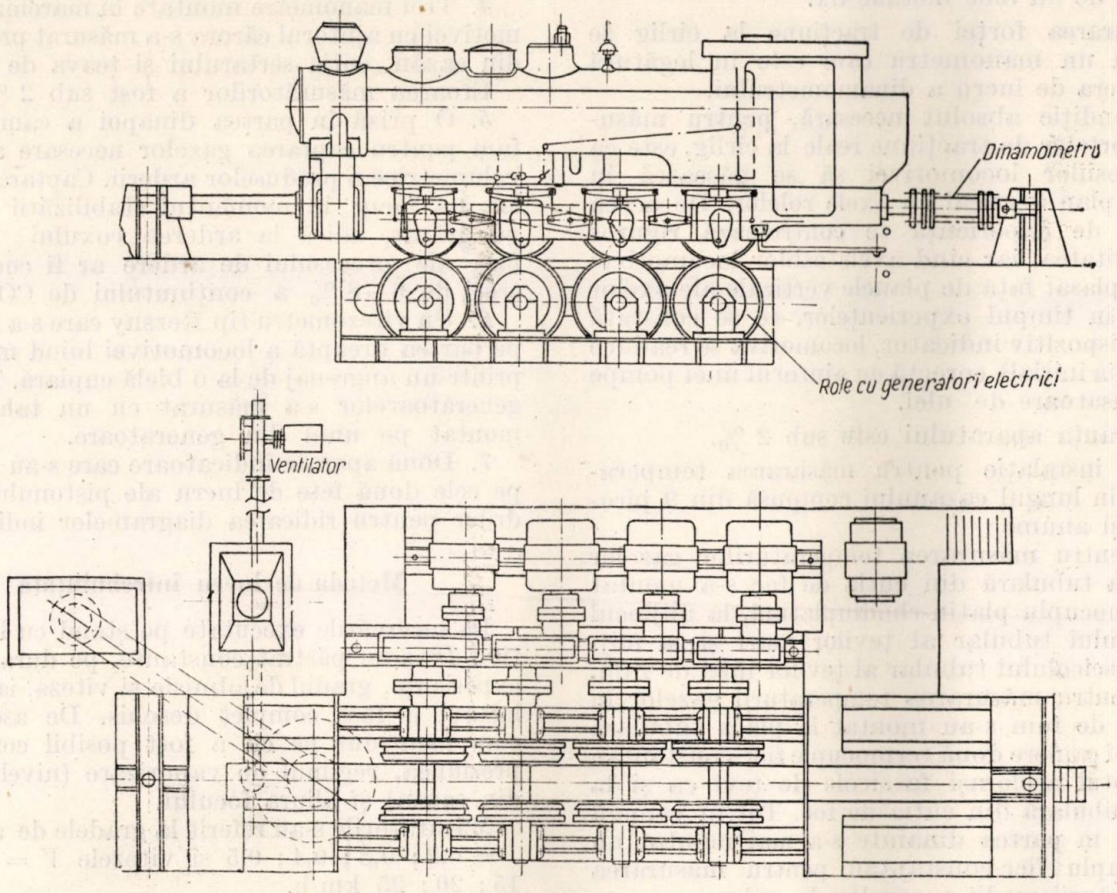
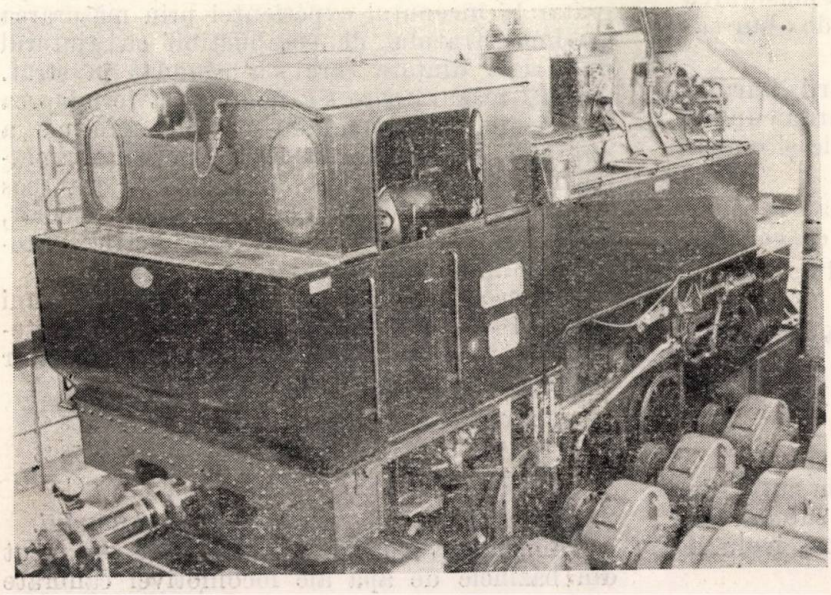


Fig. 1 și 2. Stand de încercat locomotive.



Greutatea suprafeței încălzitoare în minus se compensează de greutatea colectorului de abur și a supraîncălzitorului.

Experimentarea locomotivei.

Experimentarea locomotivei D^2 modernizate s-a făcut pe standul de încercat locomotive de cale îngustă care s-a construit în laboratorul de locomotive al Institutului Politehnic din Timișoara, pentru ecartamentele de 750 și 760 mm (fig. 1 și 2).

→ Fig. 2

Echiparea locomotivei pentru experiență

Pentru măsurarea elementelor necesare studiului locomotivei s-au montat următoarele instalații la locomotiva de experiență :

1. Un dinamometru hidraulic prin intermediul căruia s-a legat locomotiva în partea dinapoi de un bloc metalic fix.

Măsurarea forței de tracțiune la cîrlig se face cu un manometru care este în legătură cu camera de lucru a dinamometrului.

O condiție absolut necesară, pentru măsurarea forțelor de tracțiune reale la cîrlig, este ca axele osiilor locomotivei să se găsească în același plan vertical cu axele rolelor. De aceea înainte de experiență se controlează riguros verticalitatea, iar cînd axele osiilor locomotivei s-au deplasat față de planele verticale ale axelor rolelor în timpul experiențelor, ce se constată cu un dispozitiv indicator, locomotiva se readuce în poziția inițială corectă cu ajutorul unei pompe compensatoare de ulei.

Toleranța aparatului este sub 2 %.

2. O instalație pentru măsurarea temperaturilor în lungul cazanului compusă din 9 pirometre și anume :

a) Pentru măsurarea temperaturilor gazelor la placa tubulară din cutia de foc s-a montat un termocuplu platin-rhodiuplatină, la mijlocul fascicolului tubular al țevilor mari și la mijlocul fascicolului tubular al țevilor mici de fum.

b) Pentru măsurarea temperaturii gazelor în camera de fum s-au montat la placa tubulară a acestei camere două termocuple fier-constantan în dreptul aceloraşi fascicole de țevi ca și la placa tubulară din cutia de foc. Tot în camera de fum în partea dinainte s-a mai montat un termocuplu fier-constantan pentru măsurarea temperaturii medii a gazelor de ardere.

c) În colector s-a montat un termocuplu cupru-constantan, pentru măsurarea temperaturii aburului saturat și unul pentru măsurarea temperaturii aburului din camera de abur supraîncălzit.

d) Pentru determinarea temperaturii aburului de admisie și emisie s-au montat termocupluri cupru-constantan în țevile de admisie și emisie a cutiei de distribuție.

Fiecare termocuplu a fost conectat la două milivoltmetre dintre care unul este de control.

Toleranța ce s-a admis la controlul pirometrelor utilizate a fost sub 1 %.

3. O instalație pentru măsurarea depresiunilor de-a lungul traseului aerului și gazelor de ardere din cazan compusă din 8 piezometre legate la :

a) Două prize în cenușar.

b) Două prize ce s-au montat în cutia de foc, una la mijlocul fascicolului tubular al țevilor mari de fum și la mijlocul fascicolului tubular al țevilor mici de fum.

c) Două prize ce s-au montat în camera de fum în dreptul aceloraşi fascicole ale țevilor ca și la cele din cutia de foc.

d) O priză ce s-a montat în jetul de abur la ieșirea din capul de emisie, iar una în secțiunea cea mai îngustă a coșului.

Eroarea cititorilor a fost sub 1 %.

4. Trei manometre montate în marchiza locomotivei cu ajutorul cărora s-a măsurat presiunea din cazan, cutia sertarului și țeava de emisie.

Eroarea măsurătorilor a fost sub 2 %.

5. O priză în partea dinapoi a camerei de fum pentru captarea gazelor necesare analizei volumetrice a produselor arderii. Captarea gazelor s-a făcut în momentul stabilizării focului pe grătar, adică la arderea coxului ; în alte faze ale procesului de ardere ar fi condus la erori de 6—8 % a conținutului de CO_2.

6. Un vitezometru tip Rezsny care s-a montat pe partea dreaptă a locomotivei luînd mișcarea printr-un angrenaj de la o bielă cuplară. Turația generatoarelor s-a măsurat cu un tahometru montat pe unul din generatoare.

7. Două aparate indicatoare care s-au montat pe cele două fețe de lucru ale pistonului cilindrilor pentru ridicarea diagramelor indicate.

Metoda de lucru întrebuințată

La încercările executate pe stand cu locomotiva D^2 s-au păstrat constante, pe durata unei experiențe, gradul de admisie și viteza, iar regulatorul a fost complet deschis. De asemenea s-au menținut pe cît a fost posibil constante presiunea, regimul de vaporizare (nivelul apei din cazan) și aliura focului.

Măsurătorile s-au referit la gradele de admisie $= 0{,}2$; $0{,}3$; $0{,}4$; $0{,}5$ și vitezele $V = 5$; 10 ; 15 ; 20 ; 25 km/h.

1. *Cantitatea de combustibil, consumată în timpul experienței.*

S-a măsurat cantitatea de combustibil de pe grătar la începutul experienței prin măsurarea grosimii stratului de combustibil cu ajutorul unei rigle dințate care s-a afundat în strat. Aceeași măsurătoare s-a făcut și la terminarea experienței, determinîndu-se noua grosime a stratului. La sfîrșitul fiecărei experiențe, amestecul combustibil-zgură de pe grătar s-a scos și s-a cîntărit, după care s-a stins imediat, determinîndu-i-se cu bomba calorimetrică puterea calorifică inferioară.

Pentru experiență s-au folosit cărbuni bruni STAS 1047—50 și 1247—50 a căror caracteristici au fost verificate prin probe de laborator obținînd următoarele date :

$c = 42$ %	$s = 1{,}05$ %	umiditate $= 5{,}58$ %
$h = 3{,}32$ %	$o = 8$ %	cenușă $= 36{,}78$ %
$N = 3{,}27$ %		

2. *Producția de abur D_e [kg/h] a cazanului.*

Alimentarea cu apă a cazanului s-a făcut din bazinele de apă ale locomotivei calibrate

în litri. Pentru a menține același regim de vaporizare s-a căutat ca în tot timpul experienței să fie menținut în cazan același nivel minim de apă.

3. *Consumul de abur supraîncălzit la motor* D_m [kg/h].

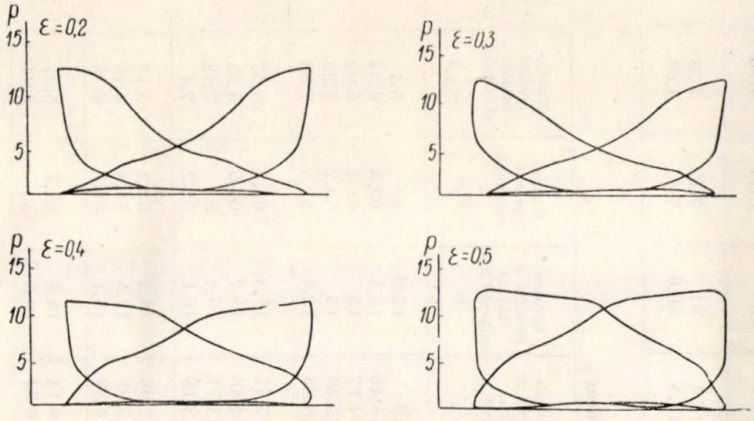


Fig. 3. Diagramele indicate ale locomotivei D^2.

4. *Forța de tracțiune indicată* F_i [kg] s-a calculat prin determinarea presiunii indicate cu ajutorul diagramelor arătate (fig. 3). Similar s-a determinat și

5. *Puterea indicată a locomotivei* N_i [CP].

6. *Puterea la obadă a locomotivei* N_r [CP] s-a determinat însumînd puterile generatoarelor de curent continuu cu pierderile totale în generatoare, angrenaje, lagărele multiplicatoarelor și rolelor și la suprafețele de contact ale roților motoare cu rolele.

Din elementele de mai sus s-au determinat

7. *Forța de tracțiune la obadă* F_r [kg].

8. *Solicitarea medie a suprafeței încălzitoare* Z[kg/m²h].

9. *Consumul specific de abur* C_i[kg/CP$_i$h].

10. *Consumul specific de căldură* q[mii kcal/CP$_i$h].

11. *Randamentul cazanului* η_c.

12. *Randamentul indicat al mașinii* η_{im}.

13. *Randamentul indicat al locomotivei* η_{il}.

Rezultatele experiențelor pe standul de încercat locomotive.

Cu locomotiva D^2 modificată pentru abur supraîncălzit s-au executat în total 21 experiențe pe standul de încercat locomotive, din care patru experiențe s-au anulat, fiind conduse necorespunzător, în ceea ce privește menținerea constantă a presiunii, vitezei etc. Pentru a nu prejudicia rezultatele măsurătorilor din cauza pereților reci ai cilindrilor, înainte de începutul fiecărei experiențe locomotiva a rulat timp de cel puțin 20′ pentru ca cilindrii să ajungă la temperatura de regim. De asemenea durata unei experiențe a fost de 1 oră spre a se putea obține valori măsurate cît mai reale. Rezultatele măsurătorilor și calculele bazate pe aceste măsurători, pentru cele 17 experiențe efectuate pe stand și reușite, sînt date în tabela 1.

În tabela 2 s-au trecut aceleași date, calculate însă pentru locomotiva D^2 nemodificată ce funcționează cu abur saturat.

Pe baza analizei datelor din aceste tabele s-au întocmit diagramele din fig. 4—10. Din diagrama din fig. 4 se vede că consumul specific

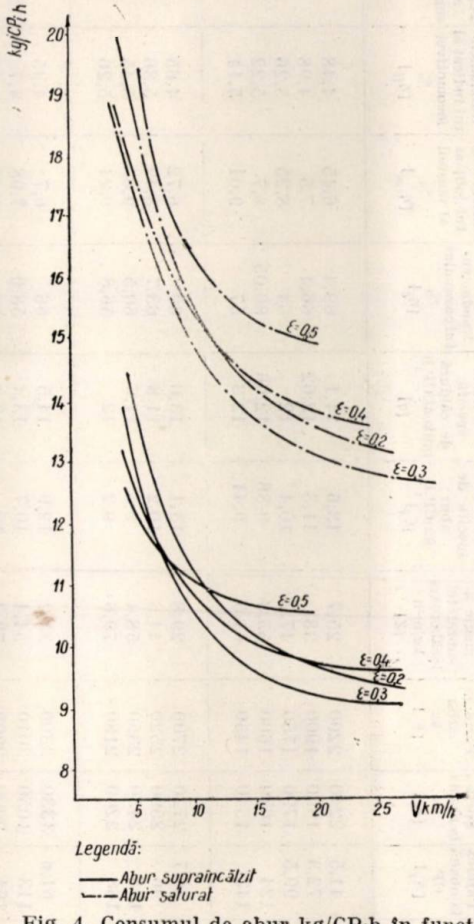


Fig. 4. Consumul de abur kg/CP$_i$h în funcție de viteză la admisii constante.

de abur este în medie cu 30% mai mic în cazul locomotivei funcționînd cu abur supraîncălzit și în consecință economia de apă este în medie tot de 30%, așa cum se vede din diagrama din fig. 5.

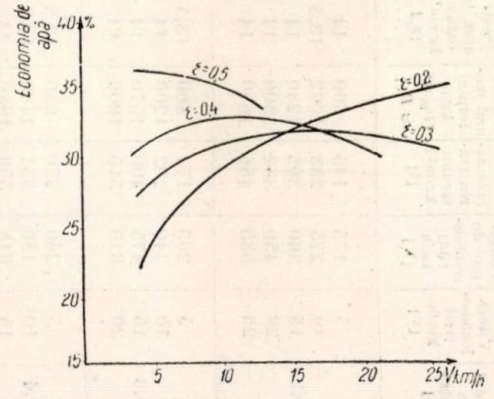


Fig. 5. Economii de apă % în funcție de viteză la admisii constante.

Tabela 1

Datele obținute la experiențele făcute cu locomotiva D^2 cu abur supraîncălzit

Gradul de admisie [ε]	Viteza locomotivei km/h [V]	Consumul de combustibil kg/h [B]	Solicitarea grătarului kg/m²h [b]	Consumul motorului kg/h [$D_m \approx \approx D_c$]	Presiunea la cazan kg/cm² [p_c]	Presiunea indicată medie kg/cm² [p_i]	Puterea indicată CP_i [N_i]	Forța indicată kg [F_i]	Puterea la obadă CP [N_r]	Forța la obadă kg [F_r]	Forța la cirlig kg [F_c]	Solicitarea medie a suprafeței încălzitoare kg/m²h [Z]	Consum specific de abur kg/CP_ih [C_i]	Consum specific de căldură miikcal/CP_ih [q]	Randamentul cazanului % [η_c]	Randamentul indicat al mașinii % [η_{im}]	Randamentul indicat al locomotivei % [η_{il}]	Temperatura aburului supraîncălzit °C [t_s]	Temperatura aburului de emisie °C [t_e]
0,2	5	175	145	690	14	5,55	50,6	2740	41,5	2240	2200	25,7	13,6	14,1	69,4	6,45	4,48	255	125
	10	275	233	1002	13,5	4,84	88,2	2380	72,3	1950	1900	38	11,3	12,62	66,4	7,5	4,98	278	127
	15	360	305	1280	14	4,5	122	2200	99,5	1790	1750	47,7	10,4	12	64	8,25	5,26	290	128
	20	450	382	1500	14	4,2	152	2040	124	1670	1600	55,8	9,86	12,06	60,05	8,7	5,22	292	129
	25	535	456	1650	14	3,82	175	1890	143	1540	1450	61,5	9,41	12,3	57	9,01	5,14	281	131
0,3	5	205	174	800	13,5	6,75	61,2	3310	50,7	2720	2700	29,8	13,1	13,6	69	6,72	4,65	270	115
	10	340	292	1200	14	6,5	117	3180	96	2590	2520	44,6	10,2	11,8	63,7	8,42	5,36	288	135
	15	475	400	1570	14	6,01	165	2960	135	2430	2350	58,4	9,5	11,6	60,5	9,05	5,45	295	135
	20	610	515	1900	14	5,68	206	2780	168	2260	2180	70,6	9,2	12	56,8	9,21	5,26	295	135
0,4	5	260	220	950	13,5	8,1	73,4	3980	61,6	3330	3300	35,2	12,9	14,5	66	6,7	4,35	278	120
	10	450	381	1460	13,5	7,47	136	3680	113	3050	3010	54,4	10,7	13,4	58,9	7,98	4,7	280	130
	15	648	550	1980	14	7,2	197	3540	161	2900	2900	73,8	10	13,3	56	8,41	4,76	275	135
0,5	5	310	265	1050	13,5	9,5	86,7	4680	72	3780	3750	33,1	12,1	14,4	61	7,12	4,38	275	125
	10	570	486	1710	13,5	8,42	153	4140	125	3380	3300	63,5	11,1	13,5	56,6	7,4	4,68	262	135

Tabela 2

Datele obținute prin calcul la locomotiva D^2 cu abur saturat

Gradul de admisie [ε]	Viteza locomotivei km/h [V]	Consumul de combustibil kg/h [B]	Solicitarea grătarului kg/m²h [b]	Producția de abur a cazanului kg/h [D_c]	Consumul motorului kg/h [D_m]	Presiunea la cazan kg/cm² [p_c]	Presiunea medie indicată kg/cm² [p_i]	Puterea indicată CP_i [N_i]	Forța indicată kg [F_i]	Puterea la obadă CP [N_r]	Forța la obadă = Forța la cirlig kg [$F_r = F_c$]	Solicitarea medie a suprafeței încălzitoare kg/m²h [Z]	Consum specific de abur kg/CP_ih [C_i]	Consum specific de căldură miikcal/CP_ih [q]	Randamentul cazanului % [η_i]	Randamentul indicat al mașinii % [η_{im}]	Randamentul indicat al locomotivei % [η_{il}]	Temperatura aburului de emisie °C [t_e]
0,2	5	318	185	972	932	14	5,397	49,2	2650	40,7	2200	23,3	19	17,9	69	5,1	3,53	104
	10	360	305	1505	1440	14	5,13	93,2	2520	77,5	2090	36,2	15,46	16,1	62,8	6,34	3,93	105
	15	490	415	1950	1870	14	4,89	132	2380	109	1980	46,8	14,17	15	61,2	6,92	4,22	106
	20	620	525	2336	2240	14	4,54	166	2240	138	1860	56,1	13,49	15	58,2	7,28	4,22	107
	25	735	625	2650	2542	14	4,2	192	2080	159	1730	63,6	13,28	15,4	55,5	7,38	4,1	108
0,3	5	266	225	1150	1105	14	6,97	63,2	3422	52,4	2840	27,6	17,47	17,3	65,6	5,57	3,66	105
	10	448	380	1815	1740	14	6,56	117	3180	97	2640	43,6	14,88	15,9	60,6	6,55	3,97	106
	15	625	530	2350	2258	14	6,164	164	2958	136	2460	56,4	13,71	15,4	57	7,12	4,12	107
	20	825	700	2860	2740	14	5,731	208	2810	173	2340	68,6	13,18	16,1	53,2	7,4	3,93	109
0,4	5	342	290	1435	1375	14	8,29	76,3	4670	63,2	3430	34,4	17,96	18,3	63,2	5,48	3,46	106
	10	614	520	2318	2200	14	7,8	142,8	3860	118	3205	55,6	15,53	17,5	58,8	6,15	3,62	107
	15	902	765	3030	2800	14	7,41	201,8	3620	167	3010	72,5	14,39	18,1	51,7	6,78	3,5	108
0,5	5	419	355	1720	1650	14	9,54	86,8	4690	71,6	3890	41,1	19,14	19,9	62,7	5,07	3,18	107
	10	784	665	2660	2644	14	8,88	162	4360	135	3620	66,2	16,34	19,5	54	6,04	3,26	109

Din diagrama din fig. 6 se constată că consumul de căldură pe $CP_i h$ este în medie cu 25% mai mic la locomotiva funcționînd

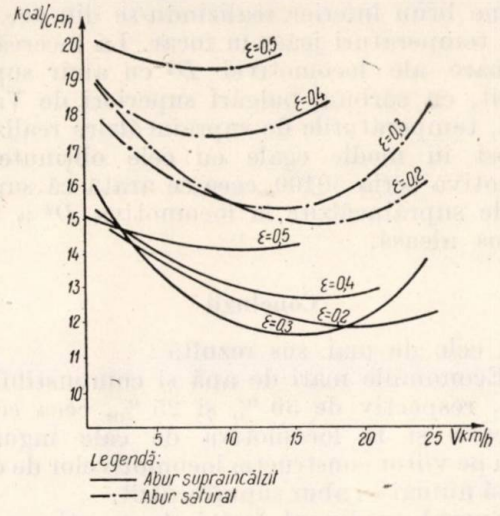


Fig. 6. Consumul de căldură în mii kcal/$CP_i h$ în funcție de viteză la admisii constante.

cu abur supraîncălzit față de locomotiva funcționînd cu abur saturat. De aici rezultă că și economia de combustibil va fi în medie egală tot cu 25%, așa după cum se vede de altfel din diagrama din fig. 7.

În diagramele din fig. 8 și fig. 9 sînt trasate randamentele indicate ale mașinii și locomotivei.

Randamentul indicat al mașinii, în cazul locomotivei funcționînd cu abur supraîncălzit, crește în medie cu 30%, iar randamentul

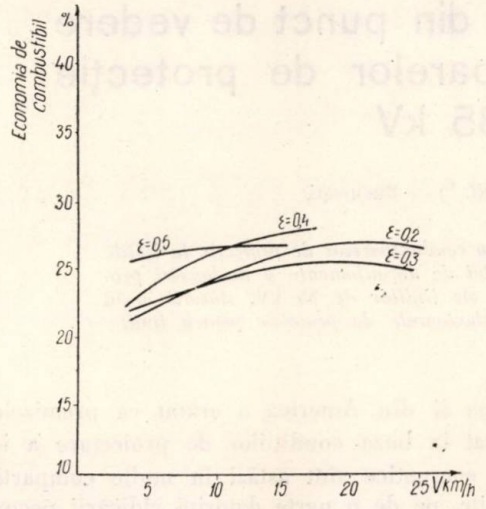


Fig. 7. Economii de cărbune în % în funcție de viteză la admisii constante.

indicat al locomotivei crește în medie cu 40% față de locomotiva funcționînd cu abur saturat. Din tabelele 1 și 2 și din diagramele puterilor indicate în funcție de solicitarea b kg/m²h a grătarului din fig. 10 se constată că puterile ce se pot realiza cu locomotiva D^2 cu abur supraîncălzit sînt în medie cu 20 % mai mari față de locomotiva D^2 cu abur saturat, ceea ce era de altfel de așteptat, dat fiind consumul

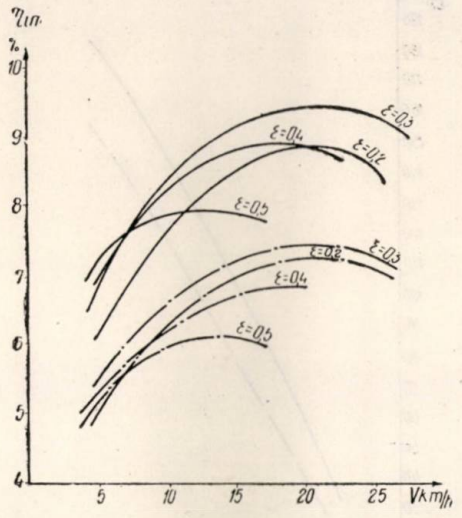


Fig. 8. Randamentul indicat al mașinii cu abur în % în funcție de viteză la admisii constante.

specific de combustibil mai mic în primul caz.

Aceasta înseamnă însă un spor mediu al forței de tracțiune la viteze constante tot de 20%.

Comparînd rezultatele experimentale pe stand ale locomotivei D^2 de cale îngustă cu abur supraîncălzit, cu rezultatele experimentale obținute cu vagonul dinamometric al locomotivei

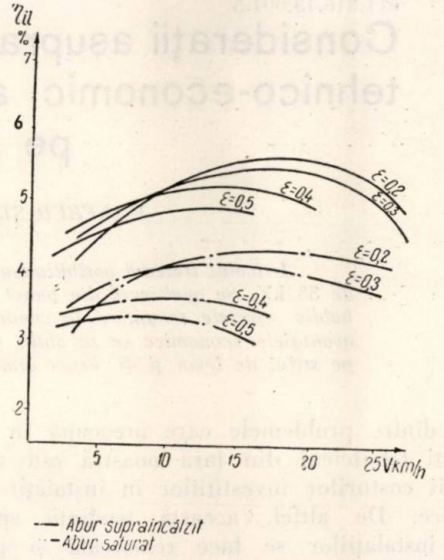


Fig. 9. Randamentul total indicat al locomotivei în % în funcție de viteză la admisii constante.

CFR seria 50100 de cale normală, se constată o mică superioritate a locomotivei seria 50100 aceasta din urmă avînd un consum mediu de abur pe $CP_i h$ mai mic cu circa 15 %. Aceasta

se datorește faptului că combustibilul folosit la încercările locomotivei seria 50100 cu vagonul dinamometric a fost păcura cu $W = 9\,850$ kcal/kg, realizîndu-se astfel temperaturi mari în focar, în timp ce combustibilul folosit la încercările pe stand cu locomotiva D^2 cu abur supraîncălzit a fost, așa cum s-a arătat mai înainte, cărbune brun inferior, realizîndu-se din această cauză temperaturi joase în focar. La încercările ulterioare ale locomotivei D^2 cu abur supraîncălzit, cu cărbuni bulgări superiori de Valea Jiului, temperaturile de supraîncălzire realizate au fost în medie egale cu cele obținute la locomotiva seria 50100, ceea ce arată că suprafața de supraîncălzire la locomotiva D^2 a fost judicios aleasă.

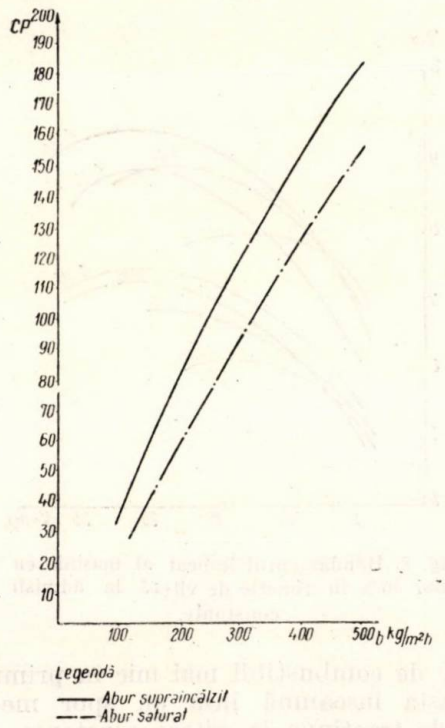


Fig. 10. Puterea indicată în CP în funcție de solicitarea grătarului.

Concluzii

Din cele de mai sus rezultă :

1. Economiile mari de apă și combustibil în medie, respectiv de 30 % și 25 %, ceea ce se realizează și la locomotiva de cale îngustă, impun pe viitor construcția locomotivelor de cale îngustă numai cu abur supraîncălzit.
2. Sporul mediu al forței de tracțiune, de circa 20 %, mărește considerabil economia locomotivei în ceea ce privește costul tonei brute km prin posibilitatea măririi considerabile a tonajelor remorcate.
3. Modernizarea locomotivei de cale ferată îngustă cu abur saturat prin adoptarea supraîncălzirii aburului este posibilă și întru totul rentabilă.

611.316.13.001.5

Considerații asupra justificării din punct de vedere tehnico-economic a conductoarelor de protecție pe liniile de 35 kV

MANFRED STEIN și *DĂNILĂ MARC* *) — București

Articolul tratează posibilitatea renunțării la montarea conductoarelor de protecție la liniile de 35 kV. Se analizează din punct de vedere al numărului de deranjamente și declanșări probabile efectele renunțării la conductoarele de protecție ale liniilor de 35 kV. Autorii arată avantajele economice ce se obțin prin renunțare la conductoarele de protecție pentru liniile pe stîlpi de lemn și de beton armat.

Una dintre problemele care preocupă în prezent pe mulți tehnicieni din țara noastră este aceea a reducerii costurilor investițiilor în instalații electroenergetice. De altfel, această tendință spre ieftinirea instalațiilor se face remarcată și pe plan universal, deoarece s-a constatat că coeficienții de siguranță luați în considerare la dimensionarea diferitelor instalații electrice au devenit prea mari, conducînd în practică la investiții nejustificate. Practica de exploatare de mai mulți ani în diferite țări din Europa și din America a arătat că premizele care au stat la baza condițiilor de proiectare a instalațiilor energetice sînt astăzi în multe compartimente depășite, pe de o parte datorită ridicării necontenite a calității utilajului și a diferitelor părți componente ale instalațiilor electroenergetice, ridicării calității exploatării și a mijloacelor de exploatare, cum și creșterii și întăririi continue a rețelelor electrice, iar, pe de altă parte, datorită apariției unor noi sisteme de automatizări și protecții care sau preîntîmpină defectele, sau le înlătură într-un timp suficient de scurt.

* Ing. Manfred Stein, șef secție ISPE, ing. Dănilă Marc, inginer șef proiect ISPE.

Din literatura tehnică de specialitate se poate constata că, în țări puternic industrializate și cu resurse economice deosebit de importante, se tinde — totuși — cu toate mijloacele la ieftinirea instalațiilor electrice, prin diverse soluții, unele dintre ele marcînd schimbări radicale față de soluțiile consacrate și considerate clasice în diferite țări.

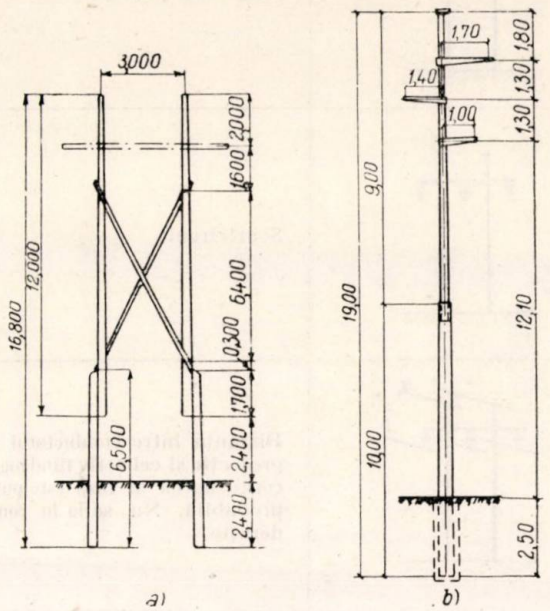


Fig. 1.

a—stîlp de lemn impregnat II (portal) cu consolă metalică, cu două conductoare de protecție; *b*) stîlp de beton armat, cu un conductor de protecție.

Unanimitatea părerilor tehnicienilor în această privință trebuie să reprezinte o garanție suficientă că, mergînd pe această cale și în țara noastră, nu se greșește, mai ales că în perioada de dezvoltare industrială în care ne găsim se pune un accent deosebit pe ieftinirea instalațiilor noastre electroenergetice.

Liniile electrice de transport intervin cu deosebită pondere în investițiile necesare amenajării unui sistem energetic și de aceea ieftinirea lor preocupă îndeosebi lumea tehnică. Mijloacele care se recomandă a fi luate în considerare la ieftinirea liniilor de înaltă tensiune sînt multiple și sînt recomandate a fi aplicate fie separat, fie împreună. Acestea ar fi:

— aprecierea mai riguroasă a sarcinilor de calcul;
— alegerea deschiderii optime între stîlpi;
— micșorarea nivelului de izolație;
— renunțarea la conductorul de protecție.

În cele ce urmează se va analiza posibilitatea renunțării la conductorul de protecție la liniile de 35 kV pe stîlpi de lemn cu consolă metalică și pe stîlpi de beton armat.

Practica curentă în construcția liniilor de 35 kV în țara noastră a consacrat două tipuri de stîlpi mai larg folosiți la amenajarea acestor linii:

— stîlpi de lemn impregnat II (portal) cu consolă metalică, cu două conductoare de protecție;
— stîlpi de beton simplu cu un conductor de protecție (fig. 1).

Pînă în prezent conductorul de protecție s-a prevăzut la ambele tipuri de stîlpi.

Nivelul de protecție al unei linii se poate exprima fie prin amplitudinea curenților de trăsnet care duc la conturnarea izolației, fie prin numărul specific de deranjamente.

În cele ce urmează, pentru o mai bună comparație, se va analiza funcționarea liniilor pe baza numărului specific de deranjamente. Prin număr specific de deranjamente se înțelege numărul de deranjamente probabile pe 100 km de linie, datorite supratensiunilor atmosferice într-o regiune cu indice keraunic mediu (indicele keraunic mediu se ia conform prescripțiilor de 20 de zile de furtună pe an).

În cazul liniilor de 35 kV, care funcționează cu neutrul izolat sau compensat, conturnările monofazice nu provoacă scurtcircuite, ci numai puneri la pămînt monofazice, care — în majoritatea cazurilor — se lichidează prin autostingerea arcului, deci nu conduc la deconectarea liniei. Conturnările polifazice, cu sau fără conturnare la pămînt, provoacă scurtcircuite, deci conduc la deconectarea liniei.

Conform celor de mai sus, deranjamentele datorite supratensiunilor atmosferice s-au grupat în:

— puneri la pămînt și
— deconectări.

A. Analiza posibilităților de defectare a liniilor de 35 kV cu și fără conductor de protecție

Premize de calcul

1. Cazurile posibile de defectare a liniilor de 35 kV pe stîlpi de lemn și de beton, datorite supratensiunilor atmosferice luate în considerare în calcul, sînt arătate în tabela 1.

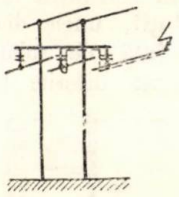
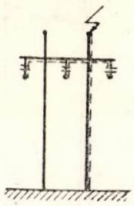
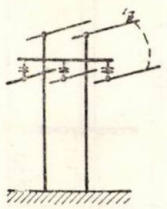
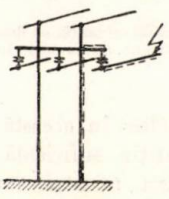
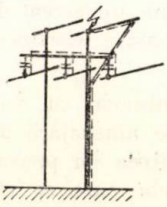
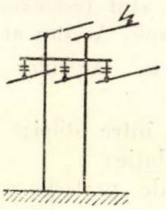
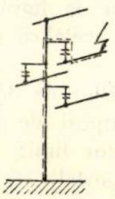
2. Pe baza recomandărilor din prescripții, în calcul s-a luat în considerare că, din numărul total de lovituri de trăsnet ce cad asupra liniei, 50% lovesc în deschiderea dintre stîlpi și 50% chiar în stîlpi. Se menționează că această ipoteză pare a fi foarte acoperitoare, deoarece — conform datelor prezentate de către dr. ing. K. Bagala în „L'energia Eletrica" nr. 3 (1956) — numai 13% din loviturile totale din zona liniei cad pe stîlpii liniei.

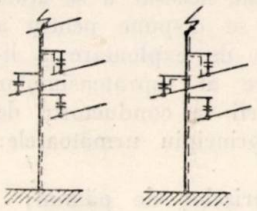
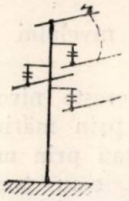
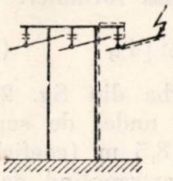
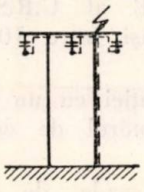
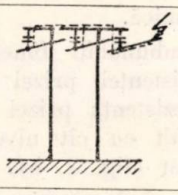
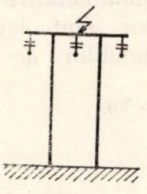
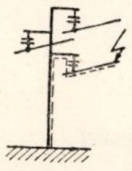
3. Tensiunea de conturnare a izolației s-a luat pentru izolatoarele П-4,5, sovietice, întrucît asupra izolatoarelor de fabricație indigenă nu există date certe.

Izolatoarele din R.P.R. trebuie să corespundă STAS-ului, care — în general — prescrie condiții mai grele decît cele prevăzute pentru izolatoarele П-4,5, ipoteza de calcul fiind astfel acoperitoare.

Pentru a nu încărca expunerea cu multe calcule, în cele ce urmează se dă în anexă un exemplu de calcul, numai pentru unul dintre tipurile de stîlpi, iar pentru restul stîlpilor se dau rezultatele în tabela 2, în care datele au fost obținute prin calcule analoge.

Tabela 1

Tipul liniei	Locul loviturii de trăsnet	Drumul de conturnare	Efectul posibil al loviturii de trăsnet
Linii pe stîlpi de lemn cu conductoare de protecţie cu consola metalică pusă la pămînt	1. Lovitură directă în conductorul activ în deschidere		Punere la pămînt
	2. Lovitură directă în vîrful stîlpului		Scurtcircuit
	3. Lovitură directă în conductorul de protecţie în deschidere cu conturnare la fază		Distanţa între conductorul de protecţie şi cel activ fiind mare, conturnarea la fază este puţin probabilă. Nu se ia în consideraţie
Linii pe stîlpi de lemn cu conductoare de protecţie cu consola metalică nepusă la pămînt.	1. Lovitură directă în conductorul activ în deschidere		Scurtcircuit
	2. Lovitură directă în vîrful stîlpului		Scurtcircuit
	3. Lovitură directă în conductorul de protecţie în deschidere cu conturnare la fază		Distanţa între conductorul de protecţie şi cel activ fiind mare, conturnarea la fază este puţin probabilă. Nu se ia în consideraţie.
Linii pe stîlpi de beton armat cu distribuţia fazelor în triunghi şi conductor de protecţie	1. Lovitură directă în conductorul activ în deschidere		Punere la pămînt

Tipul liniei	Locul loviturii de trăsnet	Drumul de conturnare	Efectul posibil al loviturii de trăsnet
Linii pe stîlpi de beton armat cu distribuţia fazelor în triunghi şi conductor de protecţie	2. Lovitură directă în vîrful stîlpului		Punere la pămînt sau scurtcircuit în funcţie de amplitudinea curentului de trăsnet
	3. Lovitură directă în conductorul de protecţie în deschidere cu conturnare la fază		Distanţa între conductorul de protecţie şi cel activ fiind mare, conturnarea la fază este puţin probabilă. Nu se ia în consideraţie.
Linii pe stîlpi de lemn fără conductoare de protecţie cu consola metalică pusă la pămînt	1. Lovitură directă în conductorul activ în deschidere		Punere la pămînt
	2. Lovitură directă în vîrful stîlpului		Scurtcircuit
Linii pe stîlpi de lemn fără conductoare de protecţie cu consola metalică nepusă la pămînt	1. Lovitură directă în conductorul de protecţie în deschidere		Scurtcircuit
	2. Lovitură directă în vîrful stîlpului		Acest caz duce de obicei la deteriorarea stîlpului. Scurtcircuit
Linii pe stîlpi de beton armat fără conductoare de protecţie	1. Lovitură directă în conductorul de protecţie în deschidere		Punere la pămînt
	2. Lovitură directă în vîrful stîlpului		Scurtcircuit

Înainte de a trece la consideraţii asupra avantajelor economice ce se pot obţine prin renunţarea la conductorul de protecţie, este necesar a se arăta pe scurt mijloacele de care se dispune pentru a asigura condiţii satisfăcătoare de exploatare a liniilor din punctul de vedere al supratensiunilor atmosferice, în cazul renunţării la conductorul de protecţie. Acestea ar fi în principiu următoarele:

— mărirea izolaţiei liniei;
— micşorarea rezistenţei prizelor de pămînt;
— folosirea reanclanşării automate.

Mărirea izolaţiei duce la mărirea nivelului de protecţie al liniei.

Pentru a ilustra măsura în care creşte nivelul de protecţie al unei linii de 35 kV prin mărirea numărului de elemente de izolatoare sau prin micşorarea rezistenţei prizei de pămînt, s-au trasat curbele din fig. 2, obţinute pe baza formulei:

$$U_{iz} = R_i I_{tr} + a h_{med} \cdot [2] \text{ şi } [4], \qquad (14)$$

în care s-a considerat pentru curba din fig. 2, *a* R_i = 10 ohmi; panta medie a undei de supratensiune a = 12 kV/m; h_{med} = 8,5 m (coeficientul — a s-a luat de 12 kV/m, extrapolînd datele din par. 17 al instrucţiunilor MCE al U.R.S.S., [3], pentru zona curenţilor cuprinşi între 10 şi 30 kA).

După cum se vede, mărirea izolaţiei cu un element scade cam de două ori numărul de deconectări.

Numărul de puneri la pămînt scade, de asemenea, însă într-o măsură mai mică.

Al doilea factor care poate îmbunătăţi funcţionarea liniei este micşorarea rezistenţei prizei de pămînt. Din curbe se vede că rezistenţa prizei de pămînt intervine cu atît mai mult cu cît nivelul de izolaţie al liniei este mai ridicat (fig. 2, b).

Amîndouă aceste mijloace de îmbunătăţire a condiţiilor de funcţionare a liniilor sînt legate uneori de importanţa măririi cheltuielilor de in-

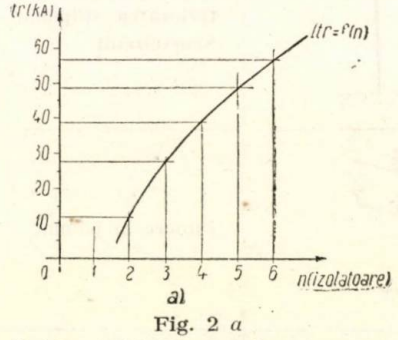


Fig. 2 *a*

Variaţia nivelului de protecţie al liniei fără conductoare de protecţie, cu prize de 10 ohmi, în funcţie de numărul de elemente de izolatoare în lanţ.

vestiţii şi, de aceea, ele trebuie folosite cu multă atenţie şi numai în cazuri foarte bine justificate. În sfîrşit, al treilea mijloc de îmbunătăţire a condiţiilor de funcţionare a liniilor este reanclanşarea automată rapidă a acestora.

În ultimii zece ani, reanclanşarea automată rapidă a fost introdusă la majoritatea liniilor aeriene şi, în ultimul timp, chiar şi la liniile în cablu.

Prin esenţa ei, reanclanşarea automată rapidă este un mijloc eficace de protecţie împotriva supra-

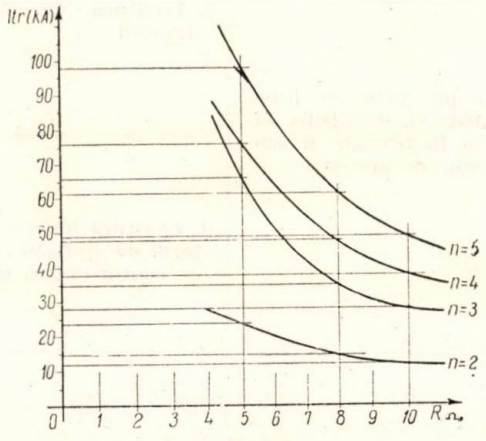


Fig. 2, *b*

Variaţia nivelului de protecţie al liniei în funcţie de rezistenţa prizei de pămînt pentru linie fără conductor de protecţie.

tensiunilor, deoarece s-a constatat că loviturile de trăsnet duc foarte rar la deteriorarea izolaţiei şi că, imediat după dispariţia arcului electric, linia poate reveni la funcţionare normală. În ţara noastră, reanclanşarea automată rapidă fiind introdusă doar de puţin timp, nu avem încă date statistice concludente asupra funcţionării ei. Din această cauză, s-au luat ca bază date din literatură care ilustrează eficacitatea R.A.R. Din aceste date, se poate conchide că R.A.R. funcţionează eficace în 90 — 95% dintre cazurile de deconectare a liniei. Cele zece, respectiv cinci procente de ineficacitate trebuie atribuite unor defecte de altă natură decît aceea a supratensiunilor atmosferice [7], [8].

În orice caz, însă, chiar dacă apreciem că eficacitatea R.A.R. este numai de 90% în cazul supratensiunilor atmosferice, cifrele din tabela 2 indicînd numărul de deconectări posibile se vor micşora de zece ori. Se vede că, în acest caz, valorile pentru probabilitatea deconectărilor obţinute pentru linii fără conductoare de protecţie se micşorează în raport cu valorile deconectărilor obţinute pentru liniile cu conductor de protecţie (fără R.A.R.). În acelaşi timp, funcţionarea R.A.R. pe linii este avantajoasă şi din motive de siguranţă, în cazul funcţionării liniei în timpul descărcărilor atmosferice cu punere la pămînt. Într-adevăr, în cazul cînd una dintre faze are punere la pămînt şi în urma unei lovituri de trăsnet în altă fază am avea punere la pămînt, apare punerea la pămînt dublă, care se lichidează prin funcţionarea R.A.R.

Unele date din literatura de specialitate arată că funcţionarea liniilor prevăzute cu R.A.R., chiar de tensiuni mai înalte (154—220 kV) fără conductor de protecţie, a dat rezultate mulţumitoare [8]. Pentru a putea trage concluzii definitive asupra efectelor economice care rezultă din renunţarea la conductoarele de protecţie, este necesar a se ţine seamă

și de experiența de exploatare a diverselor tipuri de linii, experiență care — în ultimă instanță — este hotărîtoare.

La noi în țară, a fost pusă sub tensiune în 1954 o linie de stîlpi de beton armat centrifugat de 35 kV, fără conductor de protecție. Această linie (Petroaia-Pitești) trece printr-o regiune al cărei indice keraunic este foarte ridicat. Datele statistice au arătat că, deși în regiune s-au înregistrat numeroase avarii datorite supratensiunilor atmosferice, linia Petroaia-Pitești a dat deplină satisfacție în funcționare din acest punct de vedere.

B. Date economice

Pentru ilustrarea rezultatelor economice ce se pot obține prin construcția liniilor de 35 kV fără conductor de protecție, s-au analizat comparativ valorile de investiții pentru linii pe stîlpi de lemn și de beton armat, cu și fără conductor de protecție.

Deoarece, în cazul renunțării la conductorul de protecție, se poate aplica, fie soluția scurtării stîlpului (cu porțiunea necesară pentru asigurarea unghiului de protecție), fie aceea a măririi deschiderii dintre stîlpi (prin mutarea consolei de susținere a conductoarelor active la vîrful stîlpului (fig. 3), s-au comparat din punct de vedere economic amîndouă soluțiile.

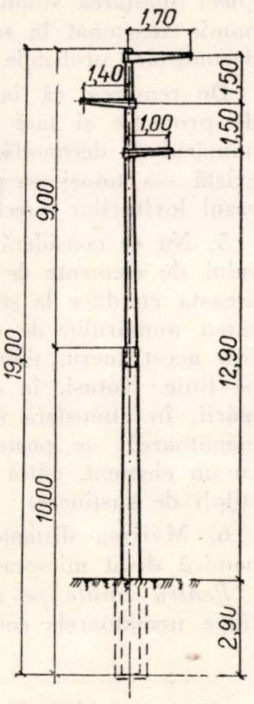


Fig. 3. Stîlp de beton armat fără conductor de protecție.

Această comparație s-a făcut în raport cu o linie existentă, cu conductoare de protecție.

În fig. 4 și 5 se dau valorile ieftinirilor procentuale față de această linie existentă, în funcție de nivelul de izolație a liniei.

Comparația s-a făcut pe bază de indici, fără a avea la bază o documentație economică exactă, pentru o linie de pe un traseu cu mulți stîlpi speciali (circa 29%).

Din figurile de mai sus se vede că, prin renunțarea la conductorul de protecție, se pot obține ieftiniri considerabile ale liniilor de 35 kV. Aceste ieftiniri ajung la liniile pe stîlpi de lemn pînă la valori de circa 16%, iar la liniile pe stîlpi de beton pînă în jurul valorii de 10% pe km de linie.

Pe baza rezultatelor de calcul obținute, cum și pe baza experienței străine și proprii, Institutul de studii și proiectări energetice a trecut la proiectarea liniilor de 35 kV fără conductoare de protecție.

Astfel, o linie de 35 kV, în lungime de 11 km, pe stîlpi din beton armat centrifugat, proiectată în 1957 cu conductoare de protecție, a fost reproiectată în 1958 fără conductoare de protecție, (linia proiectată se construiește în Dobrogea). Rezultatele economice sînt date în tabela 3.

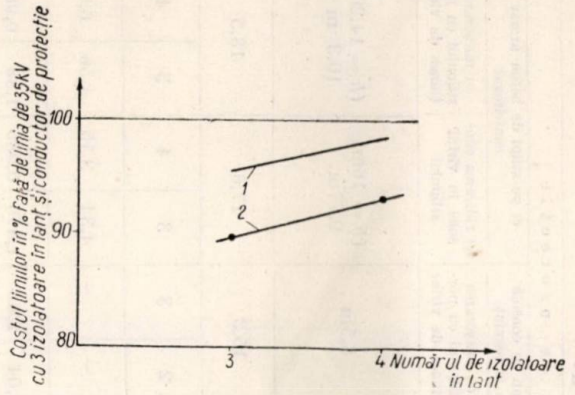


Fig. 4. Costul comparativ al liniilor de 35 kV fără conductoare de protecție pe stîlpi de beton armat centrifugat: 1—stîlpi scurtați cu porțiunea de vîrfar de 1,5 m; 2—stîlpi cu consolele ridicate la vîrful stîlpului.

Datele din această tabelă confirmă importanța economică a renunțării la conductorul de protecție la tipurile de linii considerate, mai ales datorită faptului că lungimea rețelelor de 35 kV, ce se proiectează anual, grevează simțitor planul de investiții în obiective energetice, aceste rețele fiind foarte extinse în țara noastră.

În momentul de față, sînt în curs de proiectare

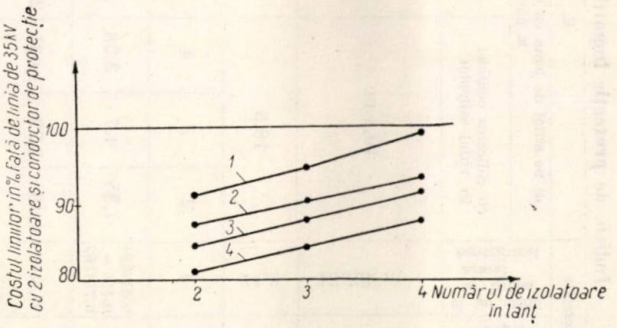


Fig. 5. Costul comparativ al liniilor de 35 kV fără conductoare de protecție, pe stîlpi de lemn cu consolă metalică: 1 — stîlpi cu priză la pămînt de 10 ohmi, scurtați, cu porțiune de vîrfar de 1,5 m: 2—idem, fără scurtarea stîlpilor: 3—stîlpi fără priză de pămînt, scurtați, cu porțiunea de vîrfar de 1,5 m: 4—idem, fără scurtarea stîlpilor.

și alte linii de 35 kV pe stîlpi de beton fără conductoare de protecție, indicii economici obținuți fiind foarte favorabili.

Față de cele expuse și față de rezultatele calculelor efectuate, se pot trage următoarele concluzii.

C. Concluzii

Pentru liniile pe stîlpi de lemn.

1. Prin renunțarea la conductorul de protecție, numărul de declanșări ale liniei se mărește (tabela 2).

Tabela 2

Indicii de protecţie împotriva supratensiunilor a liniilor de 35 kV

Tipul liniei	A. Linii cu conductoare de protecţie				B. Linii fără conductoare de protecţie												Observaţii
	a) pe stîlpi de lemn cu consolă metalică pusă la pămînt		b) cu stîlpi de lemn cu consolă metalică nepusă la pămînt		a) pe stîlpi de lemn cu consolă metalică pusă la pămînt				b) pe stîlpi de lemn cu consolă metalică nepusă la pămînt				c) pe stîlpi de beton armat centrifugat				
					cu ridicarea consolei în vîrful stîlpului		cu micşorarea stîlpului cu porţiunea de vîrfar		cu ridicarea consolei în vîrful stîlpului		cu micşorarea stîlpului cu porţiunea de vîrfar		cu ridicarea consolei în vîrful stîlpului		cu micşorarea stîlpului cu porţiunea de vîrfar		
Înălţimea medie de suspendare a conductorului superior	11,73 m		11,73 m		10,4 m		8,5 m		10,4m		8,5m		(h = 16m) 9,77m.		(h = 14,20) 10,3 m		S-a neglijat variaţia înălţimii de suspendare a conductoarelor datorită schimbării numărului de izolatoare în lanţ
Nr. de lovituri probabile în linie pe 100 km şi an	21		21		18,3		15,3		18,3		15,3		17,6		18,5		
Numărul de izolatoare în lanţul de susţinere	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	2	3	3	4	3	4	
Numărul de puneri la pămînt probabile	0,0207	0,013	—	—	7,35	4,7	6,85	3,92	—	—	—	—	4,34	3,15	4,56	6,08	
Numărul de scurtcircuite probabile	2,8	0,77	0,8328	0,228	4,43	2,22	2,95	1,58	7,80	3,42	6,04	2,88	1,875	0,985	1,88	0,98	
c) pe stîlpi de beton armat centrifugat	13,33 m				24,8												
	3				3												
	0,01965+ 0,712 = 0,713165				0,594												

2. Mărirea nivelului de izolaţie îmbunătăţeşte considerabil indicele de protecţie al liniei.

3. Se poate accepta mărirea numărului de declanşări specifice probabile (pe 100 km şi pe an) pînă în jurul valorii de 2, astfel încît, în medie, să se producă sub o declanşare pe o linie într-un an (avînd în vedere şi obligativitatea folosirii R.A.R., care — după cum s-a arătat — elimină circa 90% din defecte) ; s-a considerat că lungimea medie a liniilor de 35 kV este de 50 km, ceea ce este mult acoperitor.

4. Deoarece din tabela 2 rezultă un număr de declanşări probabile foarte apropiat între cele două soluţii — aceea cu linii pe stîlpi de lemn cu trei izolatoare în lanţ, cu mărirea deschiderii, cu consola pusă la pămînt şi aceea cu linii cu trei izolatoare fără mărirea deschiderii, fără consola pusă la pămînt — este de dorit să se experimenteze atît prima, cît şi cea de-a doua variantă, din punct de vedere economic aceasta fiind mai favorabilă. Dacă la varianta a doua admitem şi mărirea deschiderii (deci înălţarea stîlpilor), obţinem un avantaj economic însemnat în schimbul măririi numărului de deconectări probabile.

De remarcat că, în cazul stîlpilor fără conductor de protecţie şi fără consolă pusă la pămînt, deşi numărul de deconectări nu este cu mult mai ridicat, există — totuşi — pericolul aşchierii stîlpului în cazul loviturilor directe în stîlp.

5. Nu se consideră recomandabilă mărirea numărului de elemente de izolatoare peste trei, deoarece aceasta conduce la scumpirea liniei, fără ca micşorarea numărului de deconectări probabile să justifice acest lucru, ţinînd seamă de existenţa R.A.R. pe linie. Totuşi, în cazuri speciale (în apropierea mării, în atmosferă viciată sau în alte situaţii asemănătoare), se poate recomanda mărirea izolaţiei cu un element, adică la patru elemente pe fază (la stîlpii de susţinere)

6. Mărirea distanţei dintre stîlpi este mai economică decît micşorarea înălţimii stîlpului.

Pentru liniile pe stîlpi de beton armat, se pot trage următoarele concluzii:

Tabela 3

Indici pe km de linie / Construcţia liniei	Linie de 35 kV pe stîlpi din beton *) armat centrifugat cu conductor de protecţie	Linie de 35 kV pe stîlpi din beton armat centrifugat fără conductor de protecţie
Cantitatea de beton în stîlpi	18,45 m³	12,3 m³
Cantitatea oţelului beton din stîlpi	5,35 tone	4,5 tone
Costul	131 000 lei	113 000 lei
Reducerea cheltuielilor în %	0%	13,7%

*) Izolaţia ambelor linii este asigurată prin 3 elemente de izolatori IC—4

1. Prin renunțarea la conductorul de protecție, numărul de declanșări specifice (pe 100 km și pe an) crește.

2. Mărirea nivelului de izolație îmbunătățește considerabil nivelul de protecție al liniei.

3. Se poate accepta mărirea numărului de declanșări specifice (pe 100 km și an) pînă în jurul valorii de 2 (ca în cazul liniilor pe stîlpi de lemn), cu obligativitatea prevederii R.A.R.

4. Nu se consideră recomandabilă mărirea numărului de elemente de izolatoare peste trei, decît în cazurile indicate mai sus pentru liniile pe stîlpi de lemn.

5. *În ce privește efectele economice în cazul renunțării la conductorul de protecție, ele sînt de natură a justifica ideea renunțării la conductorul de protecție, conducînd la realizarea unor importante micșorări ale cheltuielilor de investiții în linii.*

În concluzie, din rezultatele de calcul obținute, cum și din experiența proprie și străină privind exploatarea liniilor de transport și distribuție, se poate trage concluzia că este indicat, ca, în vederea reducerii investițiilor în construcția liniilor de transport din țara noastră, să se renunțe la prevederea conductorului de protecție la liniile aeriene de 35 kV pe stîlpi de lemn și de beton armat, urmărindu-se cu atenție funcționarea acestor linii pentru acumularea unor date concludente de exploatare *).

O dată cu aceasta, trebuie introdusă în cea mai largă măsură reanclanșarea automată a liniilor, măsură menită a asigura condiții bune de exploatare și reprezentînd, totodată, cheltuieli de investiții minime.

ANEXA 1

Calculul probabilității de defectare a unei linii pe stîlpi de lemn cu conductoare de protecție cu consola metalică pusă la pămînt

1. *Lovitură directă de trăsnet în deschidere în conductorul activ*

Elementele luate în considerare în calcul:

— înălțimea stîlpului pînă la conductorul de protecție — $h_1 = 14{,}4$ m;

— înălțimea de suspendare a conductoarelor active $h_2 = 11{,}5$ m;

— săgeata la 15°C a conductorului de protecție $f_1 = 4$ m;

— săgeata la 15°C a conductorului activ — $f_2 = 4{,}5$ m;

— secțiunea conductorului de protecție 35 mm² — $r_1 = 3{,}9$ mm;

— secțiunea conductorului activ 70 mm² — $r_2 = 5{,}85$ mm;

— lanțul de izolatoare la stîlpi de susținere $3 \times \pi - 4{,}5$;

— coronamentul și restul dimensiunilor, vezi fig. 1.

Înălțimea medie de suspendare a conductoarelor:

$$h_{m1} = h_1 - \frac{2}{3} f_1 = 11{,}73 \text{ m};$$

$$h_{m2} = h_2 - \frac{2}{3} f_2 = 8{,}5 \text{ m}.$$

Numărul de lovituri în linie pentru 100 km lungime și un indice keraunic mediu de 20 de zile de furtună pe an (conform instrucțiunilor M.E.E.I.E.) este:

$$N = 1{,}8 \; h_m = 21 \qquad (1)$$

*) Se menționează că, în porțiunile de circa 1—1,5 km, la intrările în stații, se va menține conductorul de protecție în vederea protecției stației împotriva undelor de supratensiune venite pe linie.

Gradientul mediu al cîmpului electric pe drumul de conturnare: fază — pămînt rezultă din relația:

$$E_m = \frac{U_N}{\sqrt{3}\, l_0} = \frac{35}{1{,}73.0{,}51} = 40 \text{ kV/m}, \qquad (2)$$

unde l_0 este lungimea lanțului de izolatoare dintre armături (m).

Probabilitatea stabilirii arcului de frecvență industrială

$$(p_1\,\%) = 1{,}6 \; E_m - 6 = 64 - 6 = 58\,\%. \qquad (3)$$

Probabilitatea trecerii curentului de trăsnet prin ecranare:

$$\lg (p_2\,\%) = \frac{\alpha}{20} - 2 = \frac{27{,}5}{2} - 2 = 1{,}375\,; \; (p_2\,\%) = 0{,}236 \qquad (4)$$

în care α este unghiul de protecție al conductoarelor = 27°30′.

Nivelul de protecție al liniei pentru lovitură directă în conductoarele active, exprimate în KA, este:

$$I = \frac{U_{cont}}{120} = \frac{380}{120} = 3{,}16 \text{ kA}, \qquad (5)$$

în care U_{cont} este tensiunea de conturnare de 50 % a lanțului de izolatoare, formată din trei elemente $\pi - 4{,}5$ egală cu 380 kV;

120 ohmi reprezintă impedanța echivalentă în locul loviturii de trăsnet, conform relației

$$Z_e = Z_0 // Z_1 // Z_1,$$

în care $Z_0 = 300$ ohmi, iar $Z_1 = 400$ ohmi.

Probabilitatea apariției curenților de trăsnet de amplitudinea rezultată:

$$\lg (p_3\,\%) = 2 - \frac{I}{60} = 2 - 0{,}05 = 1{,}95\,; \; p_3 = 88{,}5\,\%. \qquad (6)$$

Numărul specific de puneri la pămînt, datorite loviturilor directe de trăsnet în linie pe suta de kilometri de linie și pe an:

$$n_{1d} = \frac{N}{2} p_1 p_2 p_3 \cdot 10^{-6} = \frac{21}{2} 58{,}0,\, 236.88{,}5.10^{-6} = 0{,}013 \qquad (7)$$

2. *Lovitură directă de trăsnet în vîrful stîlpului.*

Tensiunea maximă admisă pe vîrful stîlpului:

$$U_{max\cdot adm\cdot} = \frac{U_{50\%}}{1-K} = \frac{380}{1-0{,}41} = 645 \text{kV} \qquad (8)$$

în care:

U 50 % este tensiunea de conturnare a izolatoarelor (kV);

K — coeficientul de cuplaj al conductoarelor (v. mai jos relația 10′):

Calculul coeficienților de cuplaj dintre conductorul *1* și *2* se face după formula:

$$K_{12} = \frac{\lg \frac{D_{12}}{d_{12}}}{\lg \frac{2h_1}{a_1}} = \frac{\lg \frac{23{,}6}{3}}{\lg \frac{23{,}46}{3{,}9.10^{-3}}} = 0{,}238 \qquad (9)$$

în care:

D_{12} este distanța dintre conductorul *1* și imaginea conductorului *2* (m);

d_{12} — distanța dintre conductorul *1* și *2*;

h_1 — înălțimea medie de suspendare a conductorului *1* (m)

a_1 — raza conductorului *1* (m).

În mod analog se obține:

$$K_{31} = 0{,}213\,; \; K_{15} = K_{32} = 0{,}16$$

pentru celelalte conductoare (s-au notat cu *1* și *2* conductoarele de protecție și cu *3*, *4*, și *5* conductoarele active).

Coeficientul de cuplaj al conductoarelor de protecție în raport cu conductorul extrem (acesta găsindu-se în condiții mai grele decît cel din mijloc), se obține din relația :

$$K_{312} = \frac{K_{31} + K_{32}}{1 + K_{12}} = 0{,}302, \qquad (10)$$

în care prin K_{312} se înțelege coeficientul de cuplaj al conductorului *3* în raport cu un conductor echivalent celor două conductoare de protecție.

Influența factorului Corona de impuls se calculează după formula :

$$\lambda = 1{,}32\left(1 + \frac{2}{h_m} \cdot \frac{U_{50\%}}{1-0{,}4)}\right) = 1{,}43, \qquad (11)$$

de unde rezultă coeficientul de cuplaj :

$$K = \frac{K_{31} + K_{32}}{\frac{1}{\lambda} + K_{21}} = 0{,}41. \qquad (10')$$

Acest coeficient a fost folosit în relația (8)

Nivelul de protecție în cazul loviturii de trăsnet în stîlp va fi :

$$I_0 = \frac{U_{max.adm}}{\chi R_1 + \frac{\chi^2 L_p}{\tau_f}} = \frac{645}{0{,}9 \cdot 10 + \frac{0{,}81 \cdot 7{,}2}{2}} = 53 \text{ kA} \qquad (12)$$

în care :

L_p este inductanța stîlpului $L_p = 0{,}5\ h_{st} = 0{,}5.14{,}4 = 7{,}2\mu H$;

$x = \frac{Z_{10}}{R_1 + Z_{10}}$ coeficientul de refracție al undei în punctul lovit;

$Z_{10} = Z_0 // \frac{Z_1}{2} = 300\frac{250}{2} = 88$ impedanța echivalentă în vîrful stîlpului (ohmi);

Z_0 — impedanța de undă a canalului trăsnetului — se ia egală cu 300 ohmi;

Z_1 — impedanța de undă a două conductoare de protecție pe o parte a deschiderii — se ia egală cu 250 ohmi [3], [4];

τ_f — lungimea frontului undei de curent a trăsnetului, se ia de 2μs [3], [4];

R_i — rezistența de impuls a prizei, stîlpului, s-a luat în calcul de 10 ohmi [1].

Probabilitatea apariției curenților de intensitate corespunzătoare valorii obținute pentru I_0 :

$$\lg (p_4\%) = 2 - \frac{53}{60} = 1{,}1\ ;\ p_4\% = 12{,}6.$$

Numărul de deconectări datorite loviturilor în stîlpul liniei :

$$n_{st} = \frac{N}{2} \cdot p_1 \cdot p_4 = \frac{21}{2} = 58,\ 12,\ 6.10^{-4} = 0{,}77. \qquad (13)$$

Bibliografie

[1] * * * Prescripția G-57 MEEIE.

[2] Dolghinov L.: *Protecția împotriva supratensiunilor atmosferice.* Edit. Energetică de Stat 1956.

[3] * * * *Instrucțiuni de protecție împotriva supratensiunilor.* Edit. G.E.I. 1954.

[4] Costenco M. V.: *Supratensiunile atmosferice și protecția instalațiilor electrice împotriva supratensiunilor.* Edit. G.E.I. 1949.

[5] Bagala K.: *Este necesară ecranarea stațiilor electrice?* „L'energia Elettrica", nr. 3, 1956.

[6] Sirotinoschi L. P.: *Tehnica tensiunilor înalte.* Vol. III. Edit. G.E.I., 1946 (U.R.S.S.).

[7] Razevig I.: *Culegere de articole.* „Energohoziaistvo za rubejom" (Număr închinat problemelor de supratensiuni). Edit. G.E.I. 1957.

[8] Mironov A.: *Lucrările celei de-a doua conferințe asupra exploatării rețelelor de înaltă tensiune din U.R.S.S.* Rapoartele conferinței Rostov pe Don 1956.

621.316.13.001.57

Încercarea unei linii de transport de energie electrică de 110 kV la scurtcircuit produs în linie curentă

HERMINA ALBERT și VLAD RADULESCU — București

Articolul descrie încercările efectuate în vara anului 1957 pe linia 110 kV Fîntînele-Orașul Stalin, în scopul determinării — prin măsurători — a influențelor circuitului aflat în funcțiune, asupra circuitului al doilea aflat în montaj.

Afară de măsura tensiunior induse, electrostatică și electromagnetică, în situația de funcționare normală a circuitului existent, s-au mai măsurat tensiunea indusă și tensiunea de pas, corespunzătoare unui surtcircuit.

În acest scop, pentru prima oară la noi în țară, s-a realizat un scurtcircuit în linie curentă 110 kV, prin închiderea unui separator cu cuțit lestat, acționat prin troliu.

În acest articol, se compară mărimile calculate cu cele efectiv măsurate și se trag concluzii asupra măsurilor de protecția muncii, necesare la montajul unui al doilea circuit pe stîlpii pe care este montat un circuit de 110 kV, în funcționare normală sau în caz de scurtcircuit pe acesta.

Încercările liniilor de transport de energie electrică, în condiții reale de funcționare, la regimuri de avarie sînt, în prezent, din ce în ce mai mult întrebuințate pentru cercetarea fenomenelor ce apar, în special, în cazul scurtcircuitelor produse la tensiunea de serviciu a liniilor, spre a se verifica — prin măsurători — condițiile predeterminate prin calcule, care au deseori un caracter de aproximație. Încercările la scurtcircuit real (la tensiunea de serviciu) au drept scop, fie verificarea funcționării protecțiilor, fie verificarea influențelor fenomenului de scurtcircuit în alte linii paralele, de transport și distribuție a energiei electrice

Ing. H. Albert este asistentă la Institutul Politehnic București catedra Bazele electrotehnicii, și ing. în cadrul M.I.G. Direcția Generală a Energiei Electrice.

Ing. V. Rădulescu, este conf. la Institutul Politehnic București catedra „Măsuri și aparate electrice și ing. în cadrul M.I.G. Direcția Electrificării.

sau de telecomunicații. De regulă, întrucît efectuarea unor astfel de experiențe, aducînd perturbări însemnate în funcționarea normală a sistemelor energetice, nu se poate organiza prea des, cu ocazia producerilor de scurtcircuite voite pe linii de înaltă tensiune, se fac toate măsurătorile capabile de a lămuri, atît modul de funcționare a protecțiilor, cît și influența asupra altor linii.

Pînă în prezent, la noi în țară, s-au făcut încercări de scurtcircuit pe linii de 110 kV, atît pentru verificarea funcționării releelor de protecție montate la capetele acestora, cît și pentru verificarea influențelor liniilor asupra traseelor paralele de telecomunicații. În acest scop, scurtcircuitele s-au realizat totdeauna în stațiile, în care — în caz de nefuncționare a protecțiilor și de prelungire a scurtcircuitului — se putea interveni imediat, manual, asupra întreruptorului respectiv.

În vara anului 1957, s-a pus însă o problemă diferită, și anume verificarea influenței unui scurtcircuit pe un circuit în funcțiune al unei linii de 110 kV, asupra unui al doilea circuit în montaj, plasat pe aceiași stîlpi metalici.

Într-un asemenea caz, desigur că se caută a se determina efectul maxim posibil asupra circuitului în montaj, pentru a se putea determina apoi măsurile necesare pentru siguranța lucrătorilor în timpul montajului. Or, acest efect maxim se produce în cazul cînd scurtcircuitul are loc chiar în dreptul locului de muncă, de unde a apărut — pentru prima oară la noi în țară — necesitatea de a aranja producerea unui scurtcircuit experimental chiar pe o linie de 110 kV, între o fază și pămînt. Totodată, pentru a se reproduce cît mai bine fenomenul real, în care scurtcircuitul are loc în timpul funcționării circuitului preexistent, s-a preferat metoda producerii scurtcircuitului pe linia sub tensiune, în locul închiderii întreruptoarelor de la capetele liniei, pe scurtcircuitul realizat dinainte. Aceasta, întrucît cu ultimul procedeu s-ar fi obținut un scurtcircuit cu aport numai de la una dintre sursele de energie — linia fiind normal alimentabilă de la ambele capete — dat fiind reglajul de timp foarte redus al protecțiilor, dictat de nevoile experienței, simultaneitatea perfectă a închiderii întreruptoarelor la ambele capete fiind — totodată — practic imposibilă.

1. Condițiile de pregătire a experienței și schemele utilizate

Încercarea la scurtcircuit formînd obiectul prezentului articol, s-a aplicat liniei de 110 kV dintre centrala termoelectrică „Steaua Roșie" din Sîngeorgiul de Pădure (Fîntînele) și Orașul Stalin, cu ocazia montării celui de-al doilea circuit al acesteia, pentru a se determina influențele fenomenelor petrecute în circuitul în funcțiune, asupra circuitului în curs de montaj. Conform principiului expus anterior, cu aceeași ocazie s-au determinat și influențele circuitului existent, în funcționare normală, și anume — în special — tensiunea electrostatică indusă de circuitul menționat într-un panou al circuitului în montaj, izolat la ambele sale capete.

Încercarea s-a efectuat într-o porțiune a liniei, în care circuitul al doilea s-a montat în mod experimental, alegîndu-se pentru efectuarea măsurătorilor un panou de întindere de 1 784 m lungime, între stîlpii de întindere denumiți în cele ce urmează *A* și *B*, și anume panoul cel mai apropiat de centrala „Steaua Roșie"-Fîntînele, din porțiunea de linie echipată cu dublu circuit. Aceasta, întrucît — prin apropierea maximă de o sursă puternică de energie electrică — se putea asigura producerea, în panoul de încercare supus măsurătorilor, a unui curent de scurtcircuit maxim.

Încercarea a comportat două părți distincte, și anume :

a) Încercarea cu circuitul existent în funcționare normală și cu circuitul nou izolat la ambele capete ale panoului de încercare, respectiv pus la pămînt la un capăt ;

b) Încercarea de scurtcircuit propriu-zisă, cu circuitul nou legat la pămînt la capătul cel mai apropiat de centrala Fîntînele și izolat la celălalt capăt. Scurtcircuitul între o fază și pămînt s-a produs la stîlpul imediat următor extremității dinspre Orașul Stalin al panoului supus încercării, stîlp desemnat — în cele ce urmează — prin *C*.

Pentru încercarea în funcționare normală, s-a realizat schema arătată în fig. 1.

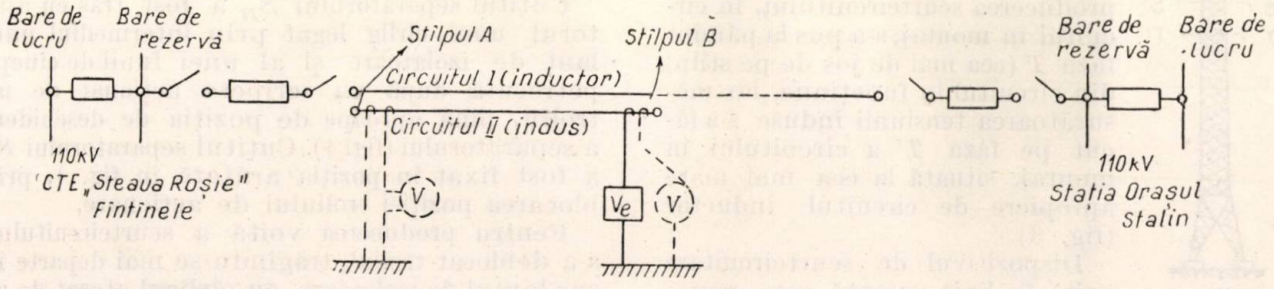


Fig. 1

În cadrul acestei scheme, linia s-a trecut într-un dispozitiv cu siguranță de funcționare mărită, fiind legată la ambele capete la barele de rezervă 110 kV, iar acestea legate — prin întreruptorul de cuplă — la barele de lucru

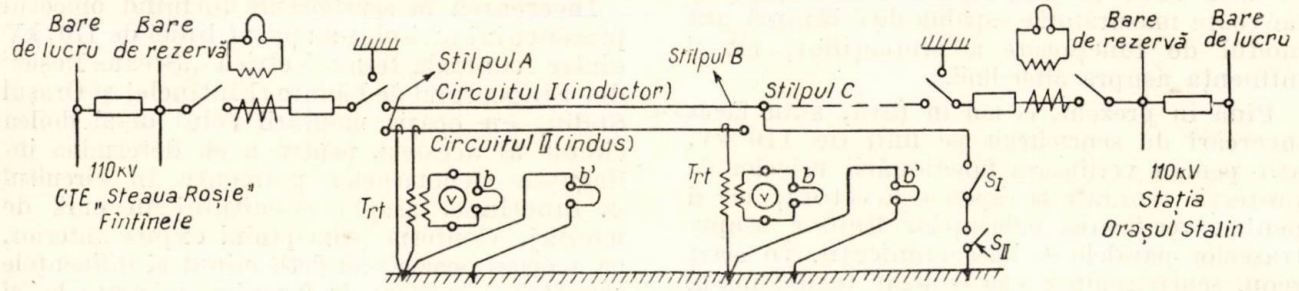


Fig. 2

me, s-a luat din faza T, la stîlpul C, o derivație în funie de oțel-aluminiu, de secțiune egală cu aceea a circuitului liniei, trecînd în serie prin separatorul monopolar de izolare S_I, apoi prin separatorul de scurtcircuitare S_{II}, la priza de pămînt a stîlpului C.

110 kV, obținîndu-se în felul acesta două întreruptoare automate legate în serie la fiecare capăt, cu reglajul protecțiilor prin relee scoborît special pentru acest scop.

S-au folosit pentru măsurători: la stîlpul A, un voltmetru electromagnetic de tip „Multavi", cu scări 1,5—600 V, iar la stîlpul B un voltmetru electrostatic (V_e în figură), cu scara 0—13 kV, cum și un alt voltmetru electromagnetic de tip „Multavi" cu scările 1,5—600 V.

Cu aceste aparate, s-au măsurat:

a') cu capetele conductoarelor izolate pe circuitul *II*, tensiunea electrostatică indusă în acesta, cu voltmetrul electrostatic legat între fiecare fază și pămînt, la capătul de la stîlpul B (legătură trasată plin în fig. 1);

b') cu conductorul de pe faza T' (cea mai de jos de pe stîlp) a circuitului *II*, pus direct la pămînt la stîlpul A, tensiunea electromagnetică indusă în circuitul citat, la ambele capete ale panoului de linie supus încercării, conductoarele circuitului fiind izolate la capătul de la stîlpul B (legăturile trasate punctat în fig. 1).

Pentru încercarea cu scurtcircuit monofazat între fază și pămînt a circuitului în funcțiune, s-a utilizat schema electrică prezentată în fig. 2.

Punerea la pămînt s-a executat la stîlpul C, imediat următor, în direcția spre Orașul Stalin, după stîlpul B. Pentru a se obține maximum de tensiune indusă la producerea scurtcircuitului, în circuitul în montaj, s-a pus la pămînt faza T (cea mai de jos de pe stîlp) din circuitul în funcțiune, iar măsurătoarea tensiunii induse s-a făcut pe faza T' a circuitului în montaj, situată la cea mai mare apropiere de circuitul inductor (fig. 3).

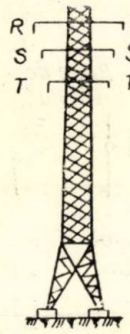


Fig. 3

Dispozitivul de scurtcircuitare voită în linie curentă este reprezentat în schița din fig. 4. Anume, s-a luat din faza T, la stîlpul C, o derivație în funie de oțel-aluminiu, de secțiune egală cu aceea a circuitului liniei, trecînd în serie prin separatorul monopolar de izolare S_I, apoi prin separatorul de scurtcircuitare S_{II}, la priza de pămînt a stîlpului C.

Separatorul de izolare era un element monopolar dintr-un separator normal STE 110/600, fabricat în țară. În ce privește separatorul S_{II}, acesta s-a realizat tot dintr-un element monopolar de separator STE 110/600, căruia însă i s-a demontat în prealabil izolatorul mijlociu cu mecanismul de acționare a cuțitului, rămînînd numai izolatorul cu contactul fix al elementului și izolatorul susținînd articulația de rotație a cuțitului.

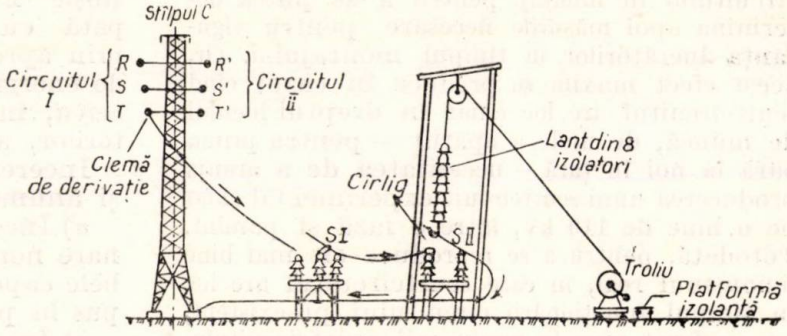


Fig. 4

Cuțitul însuși al separatorului, realizat dintr-o țeavă de cupru, s-a lestat prin umplerea țevii cu plumb, pentru a mări astfel masa cuțitului și cu aceasta accelerația lui de cădere peste contactul fix, la închiderea separatorului pe scurtcircuit. Totodată, s-a mai dublat cornul vertical adaptat la contactul fix al separatorului, prin încă un corn simetric din bară de cupru, adaptat la același contact (fig. 5).

Cuțitul separatorului S_{II} a fost tras cu ajutorul unui cîrlig legat prin intermediul unui lanț de izolatoare și al unei funii de cînepă petrecută după un scripete acționat de un troliu, pînă aproape de poziția de deschidere a separatorului (fig. 4). Cuțitul separatorului S_{II} a fost fixat în poziția arătată în fig. 4, prin blocarea poziției troliului de acționare.

Pentru producerea voită a scurtcircuitului, s-a deblocat troliul, trăgîndu-se mai departe în sus lanțul de izolatoare, cu cîrligul atașat de el. Prin aceasta, cuțitul separatorului s-a deplasat

pînă a ajuns cu vîrful în cîrlig și apoi a scăpat din el, căzînd — prin greutatea proprie — pe contactele fixe și producînd astfel scurtcircuitul între faza T și pămînt.

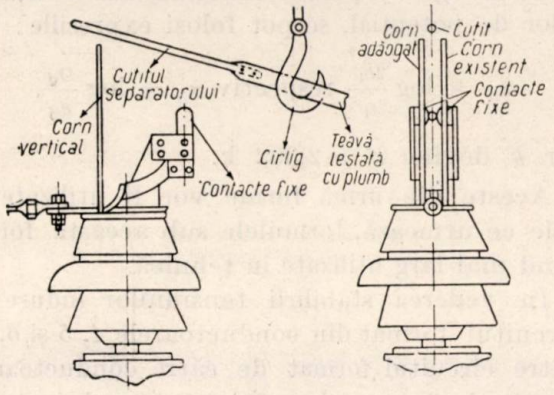


Fig. 5

Cuțitul fiind condus ca printr-un ghidaj între cele două coarne, s-a amorsat un arc electric, încă înainte de angajarea cuțitului între coarne. Totodată, din cauza șocului provenit din cădere, cuțitul nu a anclanșat între contactele fixe, ci a ricoșat la atingerea acestora, rămînînd deasupra lor. În felul acesta arcul a rămas localizat între coarne și cuțit, ceea ce s-a constatat după ciupiturile produse, în special, pe coarne, ușurîndu-se stingerea arcului, determinată de funcționarea protecțiilor rapide prin relee, de la capetele liniei.

Cu aceasta, au fost cruțate contactele fixe, formînd organul cel mai delicat al separatorului.

În fig. 6 se reproduce dispozitivul descris.

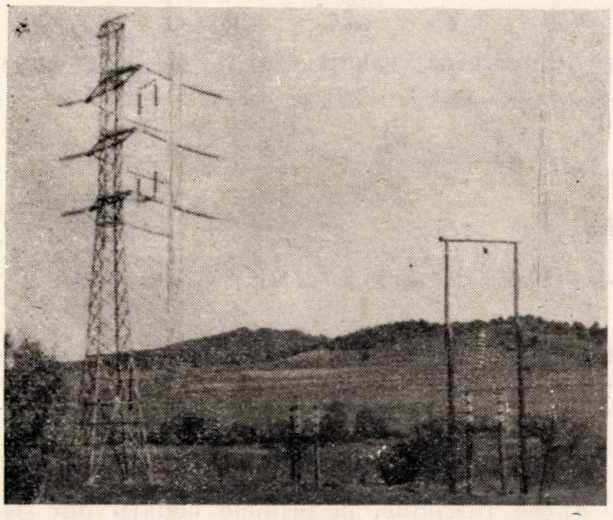


Fig. 6

Pentru încercarea liniei de scurtcircuit, s-au folosit următoarele utilaje:

a'')La stîlpul B:

— un transformator de tensiune cu raportul 35/0,1 kV, legat între faza T' și priza de pămînt a stîlpului;

— un oscilograf electromagnetic cu bucle, de fabricație sovietică, din care s-au utilizat două bucle: una legată la secundarul transformatorului de tensiune de mai sus, pentru măsurarea tensiunii induse, iar cealaltă la prizele de pămînt p și p' pentru măsurarea tensiunii de pas (fig. 2); priza p fiind chiar priza stîlpului, priza p' s-a realizat din țeavă, la un metru de priza p;

— aparatul „Multavi" de la încercarea precedentă, legat tot pe secundarul transformatorului de tensiune.

b'') La stîlpul A (cu faza T' legată la priza de pămînt a acestui stîlp):

— un transformator de tensiune de laborator, cu raportul 1 000/200 V;

— un oscilograf identic cu cel montat la stîlpul B, din care s-au utilizat două bucle: una, legată la secundarul transformatorului de tensiune, pentru măsurarea tensiunii induse, iar cealaltă, la prizele de pămînt p și p', pentru măsurarea tensiunii de pas (fig. 2), cu observația în ce privește aceste prize, identică celei de la stîlpul B.

Alimentarea oscilografelor montate la stîlpi s-a făcut din două grupuri electrogene cu motor cu benzină 3 CP, 380 V, trifazat.

c'') La capetele liniei, cîte un oscilograf identic cu cele de pe linie, legat cu cîte o buclă pe secundarul unui transformator de intensitate în serie pe fază T și una pe faza corespunzătoare a transformatorului de tensiune, măsurînd curentul de scurtcircuit și tensiunea pe o fază sănătoasă.

Pentru producerea scurtcircuitului, s-a procedat în felul următor:

A. S-a reglat sarcina în cele două sisteme energetice legate între ele prin linia 110 kV Fîntînele-Orașul Stalin, pînă s-a realizat sarcina nulă pe această linie.

B. După aducerea circuitului I la sarcina zero, s-a întrerupt acest circuit la ambele capete și s-a pus la pămînt.

C. După aceasta, s-a legat la faza T, pe stîlpul l, derivația la dispozitivul de scurtcircuitare, legată în prealabil la pămînt după separatorul S_{II}, cu ambele separatoare — S_I și S_{II} — deschise.

D. O dată terminată operația descrisă la punctul C, s-au desfăcut de la pămînt ambele capete ale circuitului I și s-a dat tensiune din Orașul Stalin la Fîntînele, unde s-a făcut paralelul, menținîndu-se circuitul I la sarcină nulă.

E. În același timp, s-au etalonat oscilografele din posturile de măsurătoare de la stîlpii A și B, la mărimile de scară potrivite pentru valorile predeterminate.

F. La trei semnale optice consecutive, date din punctul central al comenzii manevrelor (primele două fiind transmise telefonic tuturor posturilor de măsură), s-au pornit mai întîi motorașele oscilografelor, apoi buclele oscilo-

grafelor și, în fine, s-a tras în sus cîrligul troliului din dispozitivul de scurtcircuitare. În acest moment, cuțitul separatorului S_{II} a căzut pe contact, formîndu-se un arc electric.

2. Predeterminarea valorilor mărimilor ce intervin în probă

Principalele mărimi studiate în cazul liniei date, care făceau și obiectul probei, au fost, *tensiunea electrostatică indusă* și *tensiunea electromagnetică indusă*, ambele în circuitul în curs de montare (circuitul *II*), datorite funcționării circuitului existent (circuitul *I*).

În cele ce urmează, se arată calea teoretică, urmată pentru determinarea acestor mărimi, cum și valorile obținute, verificate ulterior pe cale experimentală.

A. *Calculul tensiunii electrostatice induse*, s-a făcut plecînd de la ecuațiile lui Maxwell pentru situația liniei date: șase conductoare active și două conductoare de protecție montate.

Pentru cazul dat, aceste ecuații au următoarea formă:

$$\left.\begin{aligned}
U_1 &= K(\alpha_{11}q_1 + \alpha_{12}q_2 + \alpha_{13}q_3 + \alpha_{14}q_4 + \alpha_{15}q_5 + \alpha_{16}q_6 + \alpha_{1m}q_m + \alpha_{1n}q_n)\\
U_2 &= K(\alpha_{21}q_1 + \alpha_{22}q_2 + \alpha_{23}q_3 + \alpha_{24}q_4 + \alpha_{25}q_5 + \alpha_{26}q_6 + \alpha_{2m}q_m + \alpha_{2n}q_n)\\
U_3 &= K(\alpha_{31}q_1 + \alpha_{32}q_2 + \alpha_{33}q_3 + \alpha_{34}q_4 + \alpha_{35}q_5 + \alpha_{36}q_6 + \alpha_{3m}q_m + \alpha_{3n}q_n)\\
U_4 &= K(\alpha_{41}q_1 + \alpha_{42}q_2 + \alpha_{43}q_3 + \alpha_{44}q_4 + \alpha_{54}q_5 + \alpha_{46}q_6 + \alpha_{4m}q_m + \alpha_{4n}q_n)\\
U_5 &= K(\alpha_{51}q_1 + \alpha_{52}q_2 + \alpha_{53}q_3 + \alpha_{54}q_4 + \alpha_{55}q_5 + \alpha_{56}q_6 + \alpha_{5m}q_m + \alpha_{5n}q_n)\\
U_6 &= K(\alpha_{61}q_1 + \alpha_{62}q_2 + \alpha_{63}q_3 + \alpha_{64}q_4 + \alpha_{65}q_5 + \alpha_{66}q_6 + \alpha_{6m}q_m + \alpha_{6n}q_n)\\
U_m &= K(\alpha_{m1}q_1 + \alpha_{m2}q_2 + \alpha_{m3}q_3 + \alpha_{m4}q_4 + \alpha_{m5}q_5 + \alpha_{m6}q_6 + \alpha_{mm}q_m + \alpha_{mn}q_n)\\
U_n &= K(\alpha_{n1}q_1 + \alpha_{n2}q_2 + \alpha_{n3}q_3 + \alpha_{n4}q_4 + \alpha_{n5}q_5 + \alpha_{n6}b_6 + \alpha_{nm}q_m + \alpha_{nn}q_n)
\end{aligned}\right\} \quad (1)$$

în care:

K este un coeficient numeric;

U_n — potențialul conductorului n;

α_{ij} — coeficient de potențial;

q_j — sarcina electrică a conductorului pe km de linie;

$$\alpha_{ii} = \ln \frac{2h_i}{r_i};$$

$$\alpha_{ij} = \ln \frac{D_{ij}}{d_{ij}},$$

în care:

h_i este înălțimea conductorului i deasupra solului, în cm;

r_i — raza conductorului i, în cm;

D_{ij} — distanța dintre conductoarele i și imaginea conductorului j în raport cu solul, în cm;

d_{ij} — distanța dintre conductoarele i și j, în cm.

Dacă în constanta K se introduce valoarea coeficientului de transformare de la logaritmi naturali (cu baza „e"), la logaritmi vulgari (cu baza „10"), pentru determinarea coeficienților de potențial, se pot folosi expresiile:

$$\alpha_{ii} = \log \frac{2h_i}{r_i} \text{ respectiv } \alpha_{ij} = \log \frac{D_{ij}}{d_{ij}},$$

iar k devine $k' = 2{,}302\ k$.

Aceste din urmă forme vor fi utilizate în cele ce urmează, formulele sub această formă fiind mai larg utilizate în tehnică.

În vederea stabilirii tensiunilor induse în circuitul format din conductoarele *4*, *5* și *6*, de către circuitul format de către conductoarele *1*, *2* și *3*, se folosește următorul mers al calculului:

a) Ținînd seama de faptul că potențialul unui conductor de protecție este totdeauna nul, din ultimele două ecuații ale sistemului (1), se determină valorile lui q_m și q_n, pentru $U_m = U_n = 0$:

$$q_m = \frac{A \cdot \alpha_{nn} - B \cdot \alpha_{mn}}{\alpha_{mm} \cdot \alpha_{nn} - \alpha^2_{mn}}; \qquad q_n = \frac{B \cdot \alpha_{mm} - A \cdot \alpha_{mn}}{\alpha_{mm}\alpha_{nn} - \alpha^2_{mn}}$$

în care:

$$A = \alpha_{m1}q_1 + \alpha_{m2} \cdot q_2 + \alpha_{m3} \cdot q_3 + \alpha_{m4} \cdot q_4 + \alpha_{m5} \cdot q_5 + \alpha_{m6} \cdot q_6$$

și

$$B = \alpha_{n1} \cdot q_1 + \alpha_{n2} \cdot q_2 + \alpha_{n3} \cdot q_3 + \alpha_{n4} \cdot q_4 + \alpha_{n5} \cdot q_5 + \alpha_{n6} \cdot q_6.$$

b) Se introduc, în primele ecuații din sistemul (1), valorile obținute pentru sarcinile electrice ale conductoarelor de protecție q_m și q_n.

c) Se ține seamă de faptul că, pentru cazul dat, $q_4 = q_5 = q_6 = 0$.

În felul acesta, se obține o serie de relații simplificate, în care se ține seamă și de faptul că $\alpha_{ij} = \alpha_{ji}$.

Calculînd coeficienții de potențial pentru stîlpul pe care s-a efectuat experiența (reprezentat schematic în fig. 7) și care este echipat cu $2 \times 3 \times 150$ mm² 01 Al + $2 \times 1 \times 50$

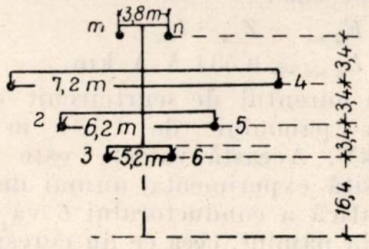


Fig. 7.

mm² 01, se capătă, prin introducerea valorilor numerice ale acestor coeficienți în ecuațiile obținute la punctul 3 c, ecuațiile :

$$\left.\begin{aligned}
U_1 &= k'\,[q_1\,(3{,}728 - 0{,}36) + q_2\,(1{,}097 - 0{,}2625 + q_3\,(0{,}76 - 0{,}224)]\\
U_2 &= k'\,[q_1\,(1{,}097 - 0{,}215) + q_2(3{,}663 - 0{,}1975) + q_3\,(1{,}022 - 0{,}152)]\\
U_3 &= k'\,[q_1\,(0{,}74 - 0{,}2) + q_2(1{,}022 - 0{,}151) + q_3(3{,}58 - 0{,}117)]\\
U_4 &= k'\,[q_1\,(0{,}814 - 0{,}237) + q_2\,(0{,}763 - 0{,}246) + q_3\,(0{,}64 - 0{,}192)]\\
U_5 &= k'[q_1\,(0{,}762 - 0{,}249) + q_2\,(0{,}812 - 0{,}214) + q_3(0{,}742 - 0{,}151)]\\
U_6 &= k'\,[q_1\,(0{,}64 - 0{,}197) + q_2\,(0{,}742 - 0{,}160) + q_3(0{,}804 - 0{,}115)
\end{aligned}\right\} \quad (2)$$

În expresiile tensiunilor, coeficienții cantităților de electricitate sînt reprezentați prin doi termeni, cel de-al doilea reprezentînd efectul prezenței celor două conductoare de protecție.

În sistemul de șase ecuații (2), sînt șase necunoscute : q_1, q, q_3, și U_4, U_5, U_6.

Din primele trei ecuații, se determină primele trei necunoscute :

$$\left.\begin{aligned}
q_1 &= \frac{1}{k'}\,[0{,}32\,U_1 - 0{,}068\,U_2 - 0{,}0322\,U_3]\\
q_2 &= \frac{1}{k'}\,[-0{,}0732\,U_1 + 0{,}33\,U_2 - 0{,}0697\,U_3]\\
q_3 &= \frac{1}{k'}\,[-0{,}0311\,U_1 - 0{,}0705\,U_2 + 0{,}31\,U_3]
\end{aligned}\right\} \quad (3)$$

d) Înlocuind valorile mărimilor q_1, q_2 și q_3 din sistemul (3), în ultimile trei ecuații din sistemul (2), se obține :

$$\left.\begin{aligned}
U_4 &= 0{,}134\,U_1 + 0{,}1\,U_2 + 0{,}085\,U_3\\
U_5 &= 0{,}102\,U_1 + 0{,}122\,U_2 + 0{,}125\,U_3\\
U_6 &= 0{,}078\,U_1 + 0{,}142\,U_2 + 0{,}159\,U_3
\end{aligned}\right\} \quad (4)$$

e) Considerînd sistemul de vectori cunoscuți $\overline{U}_1$, $\overline{U}_2$, $\overline{U}_3$ simetric și echilibrat și avînd modulul U egal cu potențialul dintre fiecare conductor și pămînt, pentru $\overline{U}_4$, $\overline{U}_5$ și $\overline{U}_6$, se obține :

$$\left.\begin{aligned}
\overline{U}_4 &= U\,(0{,}042\,j - 0{,}0132)\\
\overline{U}_5 &= U\,(0{,}002\,j - j\,0{,}023)\\
\overline{U} &= U\,(0{,}014 - j\,0{,}07)
\end{aligned}\right\} \quad (4')$$

f) Dacă se ține seamă că, în cazul nostru, pentru o linie de 110 kV, valoarea lui U este :

$$U = \frac{110}{\sqrt{3}} = 63{,}6 \text{ kV},$$

se obțin, în cele din urmă, valorile tensiunilor electrostatice induse, care ne interesează.

$$\left.\begin{aligned}
U_4 &= 0{,}044\;U \cong 2{,}8 \text{ kV}\\
U_5 &= 0{,}0231\;U \simeq 1{,}47 \text{ kV}\\
U_6 &= 0{,}0706\;U \cong 4{,}5 \text{ kV}
\end{aligned}\right\} \quad (4'')$$

Trebuie făcută observația că, pentru cazul dat, neglijarea efectului conductoarelor de protecție conduce la erori de 10—50% (în funcție de reacția conductoarelor) și, deci, nu poate fi luată în considerare.

* * *

B. *Calculul tensiunii electromagnetice* induse, pentru un regim simetric de funcționare, s-a făcut plecînd de la ecuațiile inducției :

$$\left.\begin{aligned}
\overline{E}_4 &= j\omega \cdot M_{14} \cdot \overline{I}_1 + j\omega \cdot M_{24} \cdot \overline{I}_2 + j\omega \cdot M_{34} \cdot \overline{I}_3\\
\overline{E}_5 &= j\omega \cdot M_{15} \cdot \overline{I}_1 + j\omega \cdot M_{25} \cdot \overline{I}_2 + j\omega \cdot M_{35} \cdot \overline{I}_3\\
\overline{E}_6 &= j\omega \cdot M_{16} \cdot \overline{I}_1 + j\omega \cdot M_2 \cdot \overline{I}_{26} + j\omega \cdot M_{36} \cdot \overline{I}_3
\end{aligned}\right\} \quad (5)$$

în care :

M_{ij} sînt coeficienții de inducție mutuală dintre conductoarele i și j ;

$\overline{I}_1, \overline{I}_2, \overline{I}_3$ — curenții pe fază ai primului circuit.

Coeficienții M_{ij} se pot determina în funcție de distanța dintre conductoarele i și j, de frecvență $f = 50$ Hz și pentru un coeficient de conductivitate a solului dat σ ($\sigma = 150.10^{-4}$ C.g.s.m.), cu ajutorul curbelor pentru coeficienții de inducție mutuală din STAS 832-49. Se găsește pentru cazul nostru :

$$\begin{aligned}
M_{14} &= 1\,630\ \mu\text{H/km}\\
M_{24} &= 1\,610\ \mu\text{H/km}\\
M_{34} &= 1\,600\ \mu\text{H/km}\\
M_{15} &= 1\,610\ \mu\text{H/km}\\
M_{25} &= 1\,640\ \mu\text{H/km}\\
M_{35} &= 1\,630\ \mu\text{H/km}\\
M_{16} &= 1\,600\ \mu\text{H/km}\\
M_{26} &= 1\,630\ \mu\text{H/km}\\
M_{36} &= 1\,700\ \mu\text{H/km}
\end{aligned}$$

Determinarea impedanțelor $\overline{Z}_{jk}$ se face prin înmulțirea coeficienților de inducție mutală M_{jk} cu $\omega = 314$ per/s.

Dacă ne referim la regimul de funcționare simetric, curenții din cele trei faze ale circuitului în funcțiune pot fi exprimați prin:

$$\bar{I}_1 = \bar{I};\ \bar{I}_2 = a^2\bar{I} \text{ și } \bar{I}_3 = a.\bar{I}.$$

Pentru conductorul *6* al circuitului al doilea, pe care s-a proiectat a se face măsurarea tensiunii induse, el fiind cel mai apropiat de circuitul inductor și — totodată — mai ușor accesibil, se obține în acest caz:

$$\left.\begin{aligned} \bar{E}_6 &= \bar{Z}_{16}\bar{I}_1 + \bar{Z}_{26}\bar{I}_2 + \bar{Z}_{36}\bar{I}_3 \\ \bar{E}_6 &= \bar{I}\,(\bar{Z}_{16} + a^2\bar{Z}_{26} + a\bar{Z}_{36}) = j\bar{I}\,(\omega M_{16} + \\ &\quad + a^2\,\omega M_{26} + a\omega\, M_{36}) \\ \bar{E}_6 &= (-0{,}4 + j\ 0{,}012)\cdot j.\bar{I} \end{aligned}\right\} (6)$$

sau, în modul:

$$E_6 = 0{,}4 \text{ V/A km.}$$

În cadrul măsurătorilor, s-au obținut valori ale tensiunii E_6 pentru curenți de 160 A, 125 A și 90 A. În aceste cazuri, calculul conduce la următoarele rezultate (pentru o lungime a panoului de 1 784 m):

$$E_{6160A} = 11{,}4 \text{ V};\ E_{6125A} = 8{,}93 \text{ V};\ E_{690A} = 6{,}43 \text{ V}.$$

Se observă că, deși — procentual — variațiile tensiunii electromagnetice induse cu curentul inductor sînt mari, valorile lor absolute rămîn foarte mici.

Trebuie subliniat că determinarea coeficienților de inducție mutuală a fost făcută cu ajutorul curbelor din STAS 832-49, deoarece ele țin seamă de prezența pămîntului și — totodată — constituie, pentru cazurile de aplicație practică, metoda cea mai exactă de stabilire a acestor coeficienți.

C. *Calculul tensiunii electromagnetice induse* pentru un regim nesimetric de funcționare (cazul unui scurtcircuit monofazat pe conductorul *3* al liniei în funcțiune).

Calculele de scurtcircuit, pe linia avînd sarcina inițială nulă, au condus la următoarele rezultate (pentru ipoteza unui scurtcircuit produs la 25 km distanță de CTE Fîntînele):

$$\text{Dinspre CTE Fîntînele} \begin{cases} I_{scc\,3} = 1{,}8 \text{ kA} \\ I_{scc\,2} = 0{,}06 \text{ kA} \\ I_{scc\,1} = 0{,}06 \text{ kA} \end{cases}$$

$$\text{Dinspre Orașul Stalin} \begin{cases} I_{scc\,3} = 0{,}65 \text{ kA} \end{cases}$$

valorile de mai sus reprezentînd componentele periodice ale curentului de scurtcircuit.

$I_{scc\,3}$ la timpul $t = 0$, ținînd seamă de posibilitatea apariției unei componente aperiodice, va fi $I_{scc\,30} = 3{,}24$ kA.

Datele de calcul arată că, pentru un panou amplasat paralel cu porțiunea de linie dintre CTE Fîntînele și locul de scurtcircuit (ceea ce corespunde cazului nostru), efectul de inducție al curenților de pe fazele *1* și *2* (la 60 A) poate fi neglijat în raport cu cel al curentului de pe faza pe care se produce scurtcircuitul, faza *3* (1 800 A).

În acest caz:

$$E_{6\,scc} = Z_{36}\cdot I_{scc}\cdot 1;$$
$$E_{6\,scc} \cong 0{,}534 \text{ V/A km.}$$

Pentru curentul de scurtcircuit calculat și lungimea panoului de 1 784 m: $E_{6\,scc} = 3{,}08$ kV. Această valoare este valabilă și va fi găsită experimental numai dacă sarcina electrostatică a conductorului *6* va fi integral condusă la pămînt, ceea ce nu corespunde însă montajului de măsurătoare realizat, în care s-a măsurat o tensiune indusă în caz de scurtcircuit, ceva mai mare decît cea rezultată din calcul.

În legătură cu calculul curenților de scurtcircuit, este important să se arate de pe acum că experiența a confirmat un lucru de mult cunoscut, și anume că valorile curenților de scurtcircuit determinate prin calcul sînt acoperitoare, adică mai mari decît cele reale.

Din tabela prezentată în cele ce urmează, se vede că, cu excepția valorii tensiunii electromagnetice induse, în caz de scurtcircuit, calculele efectuate au fost cu totul satisfăcătoare, putînd sta la baza concluziilor ce trebuie trase cu privire la posibilitatea lucrului sub tensiune pe cel de-al doilea circuit.

3. Concluzii

Atît din valorile calculate, cît și din cele măsurate, se desprind următoarele concluzii:

a) Circuitul sub tensiune, în cazul funcționării sale normale, induce o tensiune electrostatică importantă în circuitul aflat în montaj sau reparație, datorită așezării asimetrice a conductoarelor pe stîlpi (dispozitivul denumit „brad întors"). Această tensiune indusă poate fi însă anulată prin punerea la pămînt a conductoarelor aflate în curs de montaj, cel puțin la un capăt al panoului de întindere.

b) În ce privește tensiunea electromagnetică indusă într-un panou de montaj, ea este neglijabilă (de ordinul a 10 V), în funcționarea normală simetrică a circuitului existent (cu sarcină transportată de 30—40 MW) și, deci, nu se mai ia în considerare în cadrul măsurilor de protecție a personalului.

c) Inducția electromagnetică apărînd în caz de scurtcircuit alimentat de la ambele capete ale liniei a produs o tensiune de ordinul 3—3,5 kV, repartizată în opt deschideri de linie, ceea ce revine la maximum 437 V pe o deschidere, valoare care coincide aproximativ cu cea admisă în STAS 832-49, pentru tensiunile maxime longitudinale induse în circuitele telefonice.

Dacă se pun la pămînt conductoarele circuitului 110 kV supus inducției, la fiecare stîlp

Tabela 1

Rezultatele obținute experimental și compararea lor cu valorile obținute prin calcul

Nr. crt.	Mărimea măsurată	Valoarea măsurată	Valoarea calculată	Observații
1	Tensiunea electrostatică indusă pentru $U = 110$ kV pe circuitul inductor, pe faza C (cond. 6)	4,7 kV	4,5 kV	—
2	Idem pe faza B (cond. 5)	sub 2 kV	1,47 kV	—
3	Idem pe faza A (cond .4)	~2,5 kV	2,8 kV	—
4	Tensiunea electromagnetică indusă pe cond. 6 la o sarcină simetrică pe circuitul în funcțiune, de $I = 160$A	10,5—11,5 V	11,4 V	—
5	Idem ca punctul 4 pentru $I = 125$ A	8—9,5 V	8,93 V	
6	Idem ca punctul 4 pentru $I = 90$ A	6,5—7 V	6,43 V	
7	Curentul de scurtcircuit monofazat pentru scurtcircuit la 25 km de CTE Fîntînele, debitat dinspre Orașul Stalin	0,4 kA	0,65 kA	Diferențele față de calcul se explică prin aceea că punerea la pămînt s-a făcut prin arc, iar rezistența necunoscută a acestuia, ca și rezistențele ohmice mult mai mici ale liniei, nu au fost considerate în calcul.
8	Idem, debitat dinspre Fîntînele	1,1 kA	1,8 kA	
9	Timpul de lucru al protecției la scurtcircuit pentru punctul CTE Fîntînele	0,53 s	0,5 s	
10	Idem, pentru punctul Orașul Stalin	0,28 s	0,25 s	Abaterea se consideră ca fiind datorită în principal unei componente electrostatice a tensiunii, care nu a fost complet anulată prin punerea la pămînt a panoului
11	Tensiunea electromagnetică indusă între fază și pămînt la scurtcircuit, pe cond. 6	3,5 kV	3,08 kV	
12	Tensiunea de pas măsurată în timpul scurtcircuitului la stîlpul A	6,5 V/m	—	
13	Idem la stîlpul B	35 V/m	—	

în parte se produce o circulație de curent pe circuitul închis prin pămînt în fiecare deschidere, tensiunea indusă în deschidere fiind egală cu suma căderilor de tensiune din circuitul parțial, format prin pămînt.

Or, se poate neglija restul căderilor de tensiune în raport cu căderile de tensiune în rezistențele de punere la pămînt ale stîlpilor. În acest mod, la o diferență de potențial indusă de ordinul 440 V, între capetele unei deschideri corespunde o cădere de tensiune maximă de 220 V, în rezistența de punere la pămînt a unui stîlp, chiar dacă s-ar neglija complet circuitul derivat prin conductorul de protecție. La aceasta însă se mai adaugă și influențele deschiderilor vecine. Pe de altă parte, curentul de scurtcircuit, produs în cazul unui defect din imediata apropiere a sursei de energie celei mai puternice (în cazul de față, centrala termoelectrică „Steaua Roșie" Fîntînele), poate avea valori duble celor efectiv măsurate.

Cele de mai sus justifică măsura preconizată, ca urcarea unei persoane pe un stîlp să nu se facă decît de pe o platformă izolantă, întrucît căderea de tensiune în rezistența de punere

la pămînt, manifestată în acest caz prin tensiunea de pas, poate atinge valori periculoase. Pentru lucrul pe stîlp este însă suficientă măsura punerii la pămînt a conductorului la care se lucrează.

d) În ce privește *tensiunea de pas, datorită curentului de scurtcircuit din circuitul inductor*, ea s-a măsurat la o valoare de 35 V/m la stîlpul adiacent locului de producere a scurtcircuitului, fiind de numai 6,5 V/m la locul de punere la pămînt a circuitului în montaj (stîlpul *A*).

Deși din lipsă de oscilografe nu s-a putut măsura tensiunea de pas și la locul scurtcircuitului, se poate evalua că, în acest punct, în nici un caz ea n-a depășit valorile indicate în prescripții. Date fiind însă posibilitățile de producere a unor curenți de scurtcircuit de valori superioare celui măsurat, este recomandată — și din acest punct de vedere — măsura ca urcarea pe stîlp să se facă numai de pe o platformă izolantă.

621.311.22 : 628.1.001.57

Aplicații ale încercărilor pe model în proiectarea circuitului hidrotehnic al uzinelor termoelectrice

*P. WISNER**), *D. BRATOSIN***) *și S. MUȘAT***) — București

Articolul prezintă rezultatele obținute prin experimentarea în laboratorul hidrotehnic I.C.S.E. a unor probleme legate de partea hidrotehnică a CTE și a interacțiunii sorburilor unei stații de pompare, de distribuția apei prin rozete la turnurile de răcire sau de rezultatele unor măsurători la decantoare, menționîndu-se posibilitățile de îmbunătățire a funcționării acestora prin încercări pe model.

În ultimul timp, încercările pe model au fost folosite pe scară largă în proiectele uzinelor noastre hidroelectrice. Studiile hidraulice au fost însă mai puțin utilizate la problemele de alimentare cu apă industrială, cu toate că și în această direcție s-au proiectat și executat în ultimii ani lucrări importante.

O primă categorie de studii hidrotehnice necesare acestor proiecte o constituie verificarea pe model a împotmolirii prizelor și a disipării energiei la lucrările de captare. Comportarea în exploatare a mai multor lucrări executate fără asemenea cercetări, la care scurt timp după darea în funcțiune au avut loc împotmolirea biefului amonte, cum și eroziuni periculoase în bieful aval, a condus la efectuarea unor încercări pe model în laboratorul I.C.S.E., în vederea stabilirii lucrărilor de ameliorare necesare.

O altă categorie de cercetări, prezentate în cele ce urmează, se referă la instalațiile circuitului hidrotehnic propriu-zis: decantoare, stații de pompare, turnuri de răcire etc.

A. Studiul pe model al unei stații de pompare

Pentru buna funcționare a unei pompe, este necesar ca, în fiecare sort, fluxul hidraulic să fie radial și uniform, condiție care poate fi asigurată practic prin lăsarea în jurul conductei de absorbție a unui spațiu suficient de mare. Limitarea prin pereți sau introducerea altui sorb favorizează apariția atît a unor mișcări de rotație ale masei fluide, care prin vibrații prejudiciază buna funcționare a pompelor, cît și a neuniformității lor de debit, o absorbție de aer etc.

Diferitele tratate fac recomandări pentru distanța dintre sorburi, sau pentru distanța de la sorburi la pereți, necesară pentru evitarea acestor fenomene. Acolo însă unde condiții speciale impun o reducere a gabaritelor prescrise, încercările pe model permit stabilirea dispoziției optime a sorburilor, pentru care trebuie totuși să fie asigurată evitarea vîrtejurilor.

Studiul efectuat a avut ca obiect extinderea unei stații de pompare, avînd inițial trei pompe verticale de cîte 900 m³/h și conductele de aspirație — cu diametrul de 400 mm — introduse într-un bazin de 3,50 × 7,50 m. Extinderea trebuia realizată prin introducerea fie a unei conducte de aspirație cu diametrul de 800 m, fie a două conducte, cu diametrul de 600 mm fiecare. Introducerea directă în bazin a noilor sorburi contravenea recomandărilor din literatură și, în consecință, s-au propus diferite soluții constînd în pereți despărțitori orizontali și verticali, după diferite dispoziții (fig. 1).

Pentru a avea cel puțin o imagine calitativă a fenomenului, s-a construit un model la scara de 1 : 10, constînd din două bazine legate între ele, primul cu rol de alimentare și de reglare a nivelului, iar al doilea modelînd bazinul de absorbție propriu-zis cu condițiile de intrare a

*) Inginer șef de secție în cadrul Întreprinderii de cercetări și studii pentru lucrări energetice.

**) Ingineri principali la Întreprinderea de cercetări și studii pentru lucrări energetice.

apei prin două sifoane separate cu un perete vertical. Bazinele au fost aşezate pe o platformă la 2 m înălţime, cel de-al doilea avînd fundul şi un perete lateral transparenţi, pentru ca fenomenul să poată fi observat. Conductele de absorbţie au fost modelate cu un sistem de sifoane fixe pentru grupurile existente şi cu un sistem de sifoane mobile pentru grupurile noi.

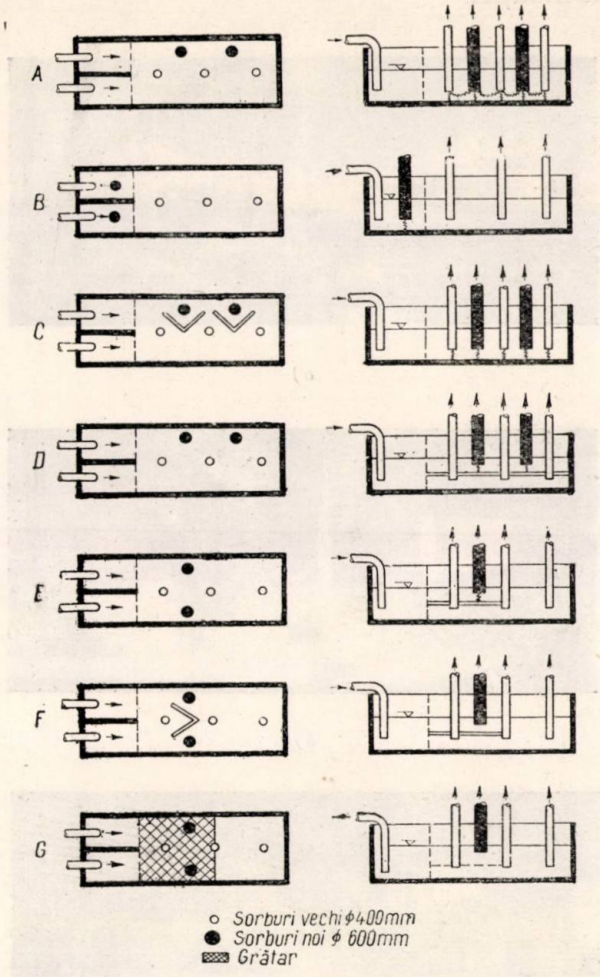


Fig. 1. Schema variantelor studiate pentru extinderea staţiei de pompare.

Experienţele preliminare au constat în punerea în evidenţă a firelor de vîrtejuri, pentru care s-au încercat diferite mijloace, printre care :

— introducerea în circuit a unor materiale uşoare (rumeguş fiert) ;

— observaţii cu ajutorul unor fire de aţă ;

— introducerea în circuit a unor lichide colorate, nemiscibile cu apa şi de aceeaşi greutate specifică ;

— măsurarea variaţiei presiunii la intrarea în conductă ;

— introducerea, în apropiere de intrare în sorburi a unor bule de aer.

Rezultatele cele mai bune au fost obţinute cu pomparea aerului printr-o serie de orificii, ce creează fire subţiri în apropierea sorbului. Prezenţa vîrtejului a fost perfect semnalată prin răsucirea firelor de aer şi mai ales prin aceea că aerul, fiind mai uşor, se strîngea în centrul turbionului, materializîndu-se astfel firul de vîrtejuri propriu-zis.

Drept scară a debitului, s-a ales iniţial scara Froude, întrucît influenţa forţelor de viscozitate poate fi socotită neglijabilă. Ulterior, s-a observat că mărirea suplimentară a debitelor nu modifică calitativ fenomenul, producînd mai mult o stabilizare a sa, ceea ce corespunde — oarecum — şi datelor din literatură, unde relaţiile dintre diferitele elemente geometrice nu sînt condiţionate de valoarea exactă a debitului. În consecinţă, majoritatea experienţelor au fost făcute sporind debitele cu aproximativ 30 %. Nivelul de încercare a fost cel minim, care — evident — este cel mai defavorabil.

În aceste condiţii, s-au pus în evidenţă trei tipuri de vîrtejuri, şi anume :

[1] vîrtejul individual, ce se întinde între sorb şi planşeul inferior ;

2) vîrtejul de legătură între două sorburi învecinate ;

3) vîrtejul dintre sorb şi suprafaţa apei (vortex).

Încercările făcute, cu concursul ing. G. Drimer şi G. Laslo, au arătat că soluţia fără pereţi despărţitori este cu totul nesatisfăcătoare, ea ducînd la apariţia atît a vîrtejurilor de legătură, cît şi a vîrtejurilor individuale. De asemenea, introducerea sorburilor noi în camerele de priză a produs vîrtejuri şi pulsaţii ale nivelului apei.

Introducerea pereţilor verticali a permis eliminarea vîrtejurilor de legătură, dar a accentuat vîrtejurile individuale.

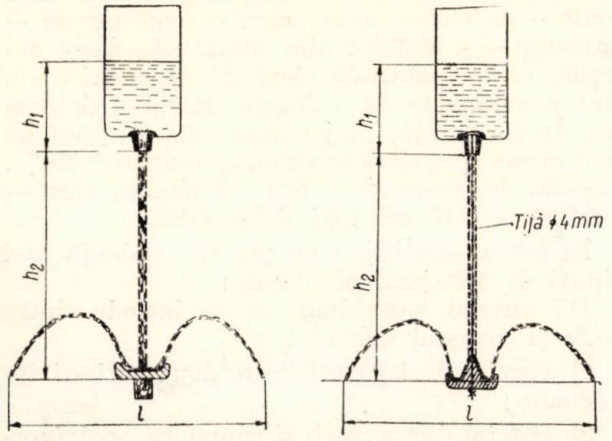
Adaptarea planşeului orizontal a rezolvat funcţionarea sorburilor vechi, dar a condus la apariţia vîrtejurilor individuale pentru sorburile noi. În plus, distanţa minimă la care acestea au dispărut este de circa 1,2 D, mai mare decît valoarea de 0,5 — 0,8 D recomandată de literatură. Mărindu-se în acest fel distanţa de mai sus, s-a micşorat spaţiul pînă la suprafaţa liberă, sub cel indicat în lucrările de specialitate. Rezultatele cele mai bune s-au obţinut prin combinarea planşeului orizontal cu peretele vertical, pentru cazul cu două sorburi de 600 mm Ø.

De asemenea, înlocuirea planşeului printr-un grătar a eliminat vîrtejurile individuale, la orice distanţă a sorburilor noi de grătar. Nu s-a putut pune în evidenţă vreo influenţă între sorburile noi şi cele vechi prin grătar.

Comparaţia între cele două variante — cu un sorb de 800 mm Ø şi cu două sorburi de 600 mm Ø — a arătat că, prin faptul că în prima variantă se impune schimbarea poziţiei a două sorburi vechi în vederea simetrizării scurgerii, aceasta nu este recomandabilă.

B. Rozete de distribuţie la turnurile de răcire

Una dintre primele probleme din programul I.C.S.E. pentru studii de laborator în legătură cu turnurile de răcire a fost aceea a formei şi modului de suspensie a rozetelor de distribuţie a apei în turn. La turnurile executate anterior acestea au forma din fig. 2 *A*, fiind executate din porţelan şi fixate pe un schelet de lemn special. S-a comparat acest sistem existent cu acela din fig. 2, *B*, unde s-a urmărit suspenda-



a) *b)*

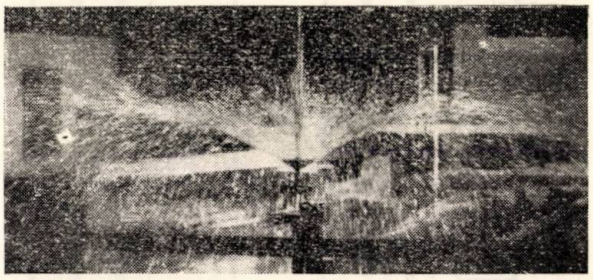
Fig. 2. Rozeta pentru distribuirea debitului de apă în turnurile de răcire.

rea rozetelor de distribuţie pentru evitarea scheletului de susţinere din lemn, care prezintă inconvenientul că — prin deformare — descentrează rozetele faţă de jetul de apă, iar la turnurile la care se studiază introducerea sistemului de răcire de tip pelicular din azbociment, aceşti suporţi nu se mai pot realiza.

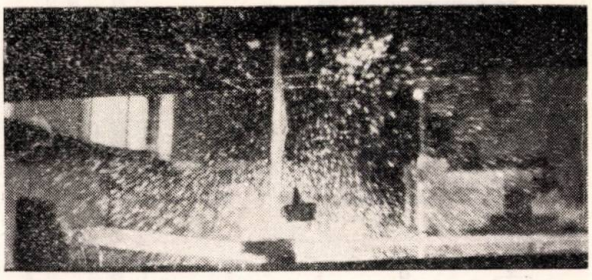
Comparaţia s-a făcut la scara 1 : 1, criteriile fiind observarea aspectului scurgerii, al bătăii şi al distribuţiei picăturilor de apă, măsurată cu ajutorul unui rezervor cu multe compartimente. Instalaţia de încercare a fost prevăzută cu posibilitatea de măsurare a debitelor şi de variere a adîncimii în jgheab.

Încercările făcute au arătat că în cazul 2, *B* rozeta capătă — datorită impactului jetului de apă — o mişcare de pendulare, ceea ce are ca urmare faptul că o parte din debit se scurge fără a mai fi repartizată (fotografia din fig. 3, *b*), În urma acestui rezultat, s-a extins programul de încercări la un număr mai mare de variante, în care farfurioara păstra una dintre formele *A* sau *B*, suspensia fiind însă rigidă sau în care tija rămînea subţire, stabilitatea fiind însă asigurată printr-o formă conică care menţinea jetul în centru (fig. 3, *c*). Aceste sisteme au fost comparate cu cel folosit actualmente (fig. 3, *a*), rezultatele fiind sintetizate în tabela din fig. 4.

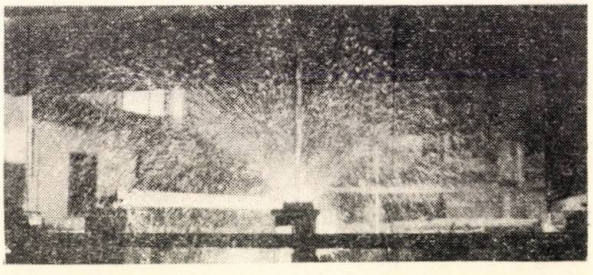
În concluzie, a reieşit că orice mod de suspendare prin tijă centrală reduce bătaia, datorită pierderii de energie prin frecarea cu tija. Suspensia rigidă prezintă şi dezavantajul stabilizării jetului de apă şi al concentrării lamei de apă aruncate de rozetă. Jetul liber are o anumită pulsaţie, care face ca rozeta să nu fie lovită mereu în acelaşi punct, ceea ce are drept urmare uniformizarea distribuţiei. În cazul formei conice şi al suspensiei elastice, rozeta capătă o mişcare oscilatorie de mică amplitudine, care, de asemenea, favorizează uniformitatea distribuţiei.



a)



b)



c)

Fig. 3. Aspecte ale încercărilor rozetelor de distribuţie.

Sistemul folosit actualmente a dat rezultatele cele mai bune, acestea fiind condiţionate de montajul centric. Acolo unde este necesară suspensia, este preferabil sistemul din fig. 3, *c*, sau fixarea farfurioarei cu un jug de marginea jgheabului de distribuţie.

C. Observaţii asupra lungimii active la decantare

La centralele proiectate în ultimii ani, au fost folosite decantoare orizontale cu spălare continuă. Calculul lungimii acestora se face în ve-

Tablou comparativ al variantelor studiate

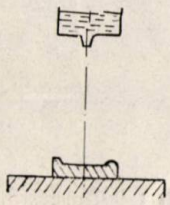
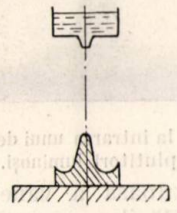
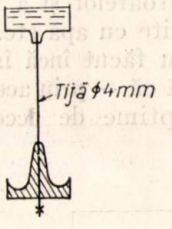
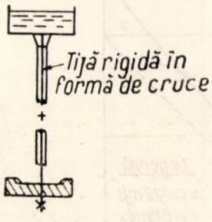
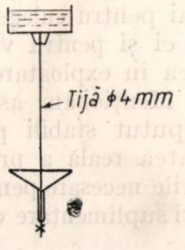
Varianta	Influența montajului	Stabilitatea	Bătaia	Repartiția	Observații
	Montajul execuției strică repartiția, făcînd ca aceasta să devină mult mai neuniformă	Fixă	Egală în cazul montajului centric. Diferită în cazul montajului excentric	În cazul montajului centric repartiția uniformizată într-o măsură oarecare prin pulsațiile lamei de apă. În cazul montajului excentric, repartiție neuniformă.	—
	Idem	Idem	Idem	În cazul montajului centric repartiția este mai uniformă atunci cînd nu avem pulsații de apă. În cazul montajului excentric repartiție neunifromă.	—
	—	Instabilă	—	—	Se elimină
	Asigură centricitatea lamei de apă	Bună	Micșorată față de variantele 1 și 2 cu cca 20%	Concentrată, datorită eliminării pulsațiilor jetului prin tijă.	—
	Asigură centricitatea lamei de apă	Bună	Micșorată față de variantele 1 și 2 cu cca 25%.	Concentrată, datorită eliminării pulsațiilor jetului prin tijă.	—
	Asigură centricitatea lamei de apă	Farfurioara are mici mișcări care fac ca repartiția să devină mai uniformă.	Același ca la variantele 1 și 2	Îmbunătățită față de variantele 6 și 7 prin mișcările mici pe care le are farfurioara	S-a încercat farfurioara cu dinți și fără dinți la care bătăia și repartiția sînt aproape aceleași.

Fig. 4

derea sedimentării tuturor particulelor mai mari decît o anumită mărime caracteristică (0,1 la 0,2 mm), folosindu-se diferite metode, dintre care cea mai des folosită la noi este aceea a prof. Velikanov.

Metoda de calcul este bazată pe mai multe ipoteze, între care şi realizarea unei repartiţii uniforme de viteze, condiţie ce trebuie realizată prin modul de acces în decantor. Observaţiile adunate la mai multe centrale au arătat că această condiţie nu este de multe ori îndeplinită. Astfel, în fig. 5 sînt arătate vitezele măsu-

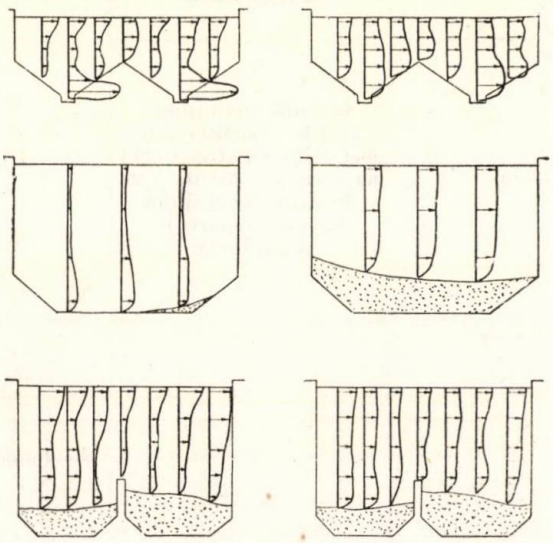


Fig. 5. Măsurători ale repartiţiei vitezelor la mai multe decantoare date în exploatare.

rate la 5 şi 15 m de la intrarea în decantoarele unei CTE, constatîndu-se o neuniformitate pronunţată, vitezele variind de la simplu la dublu.

Cauzele şi consecinţele au fost analizate în primul dintre aceste decantoare (fig. 6), unde s-au făcut mai multe măsurători de către ing.

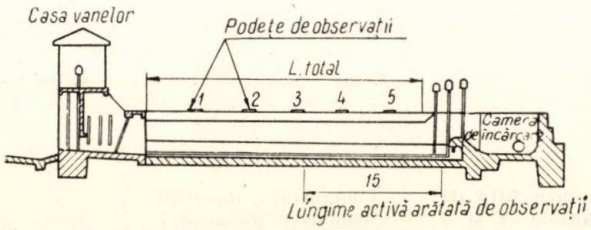


Fig. 6. Reducerea lungimii active a unui decantor, datorită condiţiilor de intrare.

S. Eilenberg şi tehnician M. Tăbăcaru. S-a constatat că, la intrarea în decantor, se produc vîrtejuri (fig. 7), iar timpanul amonte prea adînc măreşte vitezele de acces. Ca urmare a acestui fapt, depunerile pe prima jumătate a decantorului sînt foarte mici, ele formîndu-se spre capătul aval Granulometria depunerilor la 25 m de intrare arată 45 — 70% particule de 0,2 mm, care — teoretic — ar fi trebuit să fie decantate pe prima porţiune. Turbiditatea apei admise în centrală este redusă în proporţie neglijabilă, după cum rezultă din diagrama din fig. 8, în care sînt arătate în abscisă turbidităţile măsurate la intrare şi în ordonată cele determinate la ieşire (dispersiunea se datoreşte măsurătorii cu batometre Jukovski).

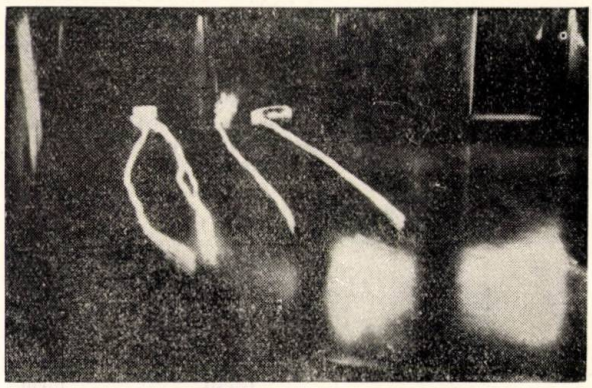


Fig. 7. Materializarea vîrtejurilor de la intrarea unui decantor, prin fotografierea unor plutitori luminoşi.

Printr-o manevrare defectuoasă a vanei de intrare în decantor şi a spălărilor, această situaţie poate fi înrăutăţită, urmarea fiind colmatarea repetată a condensatoarelor şi a lagărelor la diferitele motoare răcite cu apă etc.

Deşi la noi în ţară nu s-au făcut încă încercări pe model, literatura arată că — prin aceasta — se pot realiza condiţii optime de acces şi

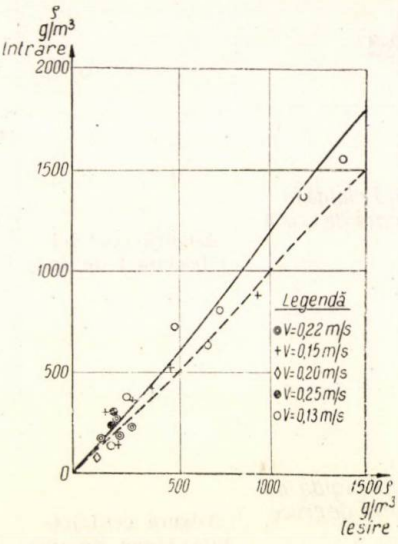


Fig. 8. Comparaţia turbidităţii la intrarea şi la ieşirea unui decantor cu lungime activă redusă.

se pot îmbunătăţi spălările, evitîndu-se deficienţele semnalate mai sus.

În încheiere, trebuie relevată importanţa măsurătorilor pe teren, nu numai pentru culegerea de date necesare proiectării, ci şi pentru verificarea instalaţiilor după darea în exploatare şi eventuala lor îmbunătăţire. Menţionăm astfel cazul unei CTE, unde am putut stabili prin astfel de măsurători capacitatea reală a prizei şi a aducţiunii, indicînd măsurile necesare pentru extinderea acestora fără lucrări suplimentare costisitoare.

Situația energetică a Franței în ultimul deceniu*)

Caracteristic pentru producția de energie electrică a Franței în ultimul deceniu este proporția aproape egală de participare a centralelor hidroelectrice și termoelectrice. În intervalul 1951—1955 producția obținută în centralele hidroelectrice a depășit producția centralelor termoelectrice (tabela 1) datorită

Tabela 1

Producția și consumul de energie electrică în Franța

Anul	Producție			Schimb[2] TWh	Consum			
	CTE TWh	CHE TWh	Total[1] TWh		La înaltă tensiune TWh	La joasă tensiune TWh	Total[3] TWh	Creștere %
1947	12,84	12,97	25,81	1,22	17,86	5,14	23,00	10,8
1948	14,67	14,18	28,85	1,21	20,23	5,30	25,53	11,0
1949	10,98	18,95	29,93	0,87	21,34	5,31	26,65	4,4
1950	16,07	16,95	33,02	0,36	23,19	5,75	28,94	8,7
1951	21,01	17,14	38,15	0,13	27,14	6,27	33,41	15,5
1952	22,24	18,33	40,57	0,14	28,86	6,68	35,54	6,3
1953	21,04	20,42	41,46	0,08	29,52	7,08	36,60	3,0
1954	24,26	21,31	45,57	—0,26	32,58	7,62	40,20	9,8
1955	25,54	24,09	49,63	—0,06	35,94	8,19	44,13	9,8
1956	25,89	27,98	53,87	—0,10	39,23	9,16	48,39	9,8

[1]) Fără consumul tehnologic.

[2]) Valorile negative = export.

[3]) Fără pierderi în transport și distribuție.

unor construcții masive de uzine hidroelectrice între 1948—1954 (în special în Masivul Central). În acest interval au fost instalați circa 3 530 MW în CHE. Ritmul acestor construcții s-a încetinit în 1955—1956 cînd n-au mai fost instalați decît circa 235 MW în CHE, în raport cu circa 960 MW instalați în CTE. Din această cauză în anul 1956 producția totală de 53,87 TWh a fost acoperită în proporție de 51,8% adică 27,89 TWh din centrale termoelectrice, iar restul de 25,89 TWh din centrale hidroelectrice.

Consumul de energie electrică a crescut în ultimii 10 ani cu cote foarte diferențiate care au atins un maxim de 15,5% în 1951 și un minim de 3% în 1953. În ultimii trei ani procentul de creștere anual s-a stabilizat la 9,8%. Din 1947, cînd consumul total era de 23 TWh, și pînă în 1956, cînd a ajuns la 48,39 TWh, creșterea este de 110%, ceea ce conduce la o cotă medie anuală de 7,8%.

În tabela 2 este indicată structura consumului pentru trei ani din intervalul 1946—1956. Se observă o scădere a ponderei consumului pentru transport, mine și consum casnic. În general, a crescut cu circa 7% ponderea consumatorilor racordați la rețelele de înaltă tensiune; pierderile în rețele s-au diminuat simțitor, de la 16,4% în 1946 la 10,5% în 1956.

Tabela 2

Structura consumului de energie electrică

	1946 %	1950 %	1956 %
Consumații la înaltă tensiune			
Căi ferate	6,7	5,4	5,0
Electrochimie și metalurgie	12,7	12,9	16,0
Mine	9,55	8,7	7,5
Uzine și întreprinderi metalurg.	8,55	8,5	8,5
Alte industrii	28,2	33,9	35,5
Total	65,7	69,4	72,5
Consumații la joasă tensiune			
Consum casnic, iluminat	13,4	12,5	12,0
Alți consumatori	4,5	4,6	5,0
Total	17,9	17,1	17,0
Pierderi	16,4	13,5	10,5
Total general	100,0	100,0	100,0

După cum rezultă din tabela 3, în 1956 puterea maximă (care poate fi livrată 15 ore) a centralelor termoelectrice a atins 7 130 MW, adică cu 6,5% mai mult ca la sfîrșitul anului 1955. Pentru centralele hidroelectrice valoarea respectivă este de 8 050 MW, ceea ce reprezintă numai 2,2% față de anul pecedent. Se remarcă în mod special procentele importante de creștere a puterii centralelor hidroelectrice în 1951, 1952 și 1954.

Tabela 3

Dezvoltarea puterii centralelor electrice

Anul	Puterea maximă a centralelor termoelectrice *)		Puterea instalată a centralelor hidroelectrice	
	GW	%	GW	%
1938	3,3	—	3,34	—
1947	3,8	5,5	4,28	28,1
1948	4,05	6,7	4,57	6,7
1949	4,45	10,0	4,89	7,2
1950	4,80	7,8	5,27	7,7
1951	5,20	8,3	5,82	10,5
1952	5,74	10,4	6,61	13,7
1953	5,94	3,4	7,13	7,8
1954	6,17	3,7	7,81	9,6
1955	6,70	8.8	7,87	0,9
1956	7,13	6,5	8,05	2,2

*) Care poate fi livrată în 15 ore.

În intervalul 1947—1956 puterea centralelor hidro și termoelectrice a crescut cu 88% față de o creștere de 110% a consumului de energie electrică; rezultă deci că s-a putut obține o

*) Elektrizitätswirtschaft 56 (1957), nr. 21, pag. 794.

creştere importantă a duratei de utilizare a puterii maxime a centralelor. Sarcina maximă atinsă pînă în anul 1957 a fost de 9,6 GW în ziua de 23 noiembrie 1956 ora 8 şi a depăşit cu 6% vîrful sarcinii maxim atins la 21 decembrie 1955.

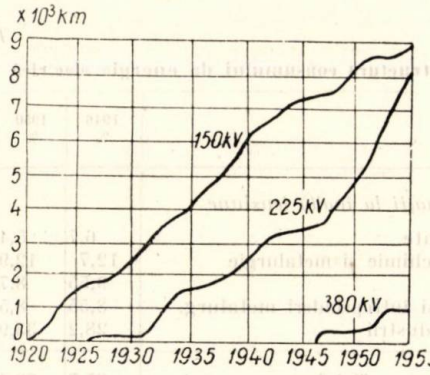


Fig. 1. Dezvoltarea reţelelor de înaltă tensiune cu $U \geq 150$ kV.

Paralel cu dezvoltarea instalaţiilor de producere a energiei electrice s-a amplificat şi reţeaua de transport şi distribuţie de înaltă tensiune. În fig. 1. este arătată dezvoltarea reţelei de foarte înaltă tensiune ($U \geqslant 150$ kV), care totaliza în 1956 circa 19 000 km. În acelaşi an, reţeaua de înaltă tensiune (între 1 kV şi 120 kV inclusiv) totaliza o lungime de circa 320 000 km, iar reţeaua de joasă tensiune (sub 1 kV) circa 450 000 km. Liniile de 380 kV, care totalizau circa 1 050 km, erau exploatate la tensiunea de 220 kV şi urma ca la sfîrşitul anului 1957 artera de 450 km Paris-Génissiat să fie exploatată la tensiunea de 380 kV.

Ing. A. Rothman

DOCUMENTARE

Energetica generală

Schema alimentării cu energie electrică a agriculturii din U.R.S.S. Tevosian A. T., *Electriceschie Stanţii* (1958) nr. 1, pag. 66—68.

621.311.1 :63(47)

Se arată că dezvoltarea electrificării agriculturii în etapa actuală poate fi realizată numai printr-un plan general de electrificare fundamentat din punct de vedere tehnico-ştiinţific.

Ca bază a fost luată „schema principială de alimentare cu energie electrică a agriculturii U.R.S.S. pe 10—15 ani" care a fost avizată de comisia de stat a planificării în 1956. După aceste scheme se aşteaptă pentru anul 1970 un consum de 55—60 TWh sau 5—8% din producţia totală de energie.

Consumul de energie electrică este apreciat plecînd de la necesitatea unei mecanizări complexe a agriculturii. Acoperirea consumului se preconizează să se facă în general din sistemele Ministerului Centralelor Electrice şi de la alte centrale neaparţinînd reţelei rurale. De asemenea se are în vedere şi alimentarea din staţiile destinate electrificării transportului feroviar. Pentru centrele care se vor racorda într-un termen mai îndepărtat la sistemele electrice se intenţionează construirea de centrale hidroelectrice de tip rural, centrale mobile şi staţionare de abur la parametri mai ridicaţi, precum şi centrale Diesel. În acest caz se are în vedere, pe cît posibil, interconectarea acestor centrale în sisteme locale. Ca tensiune de bază a reţelei de distribuţie s-a acceptat tensiunea de 35 kV, tensiunea de 110 kV folosindu-se numai pentru sarcini sau distanţe mari, cu o transformare ulterioară la 35 kV. Pentru distribuţia energiei între staţiile consumatoare se foloseşte tensiunea de 10 kV şi numai pentru anumite raioane se păstrează tensiunea de 6, 15, 20 şi 60 kV. Ca schemă se foloseşte numai schema radială. În articol sînt indicate necesarul de materiale şi utilaje, precum şi costurile raportate la staţii şi linii.

În articol sînt indicate repartiţia de combustibil între centralele de tip rural, necesarul de echipamente, aparataj, materiale, precum şi indici de consum de aluminiu la liniile de transport şi de cost la staţiile de transformare.

Planul actual de electrificare a agriculturii este considerat ca o parte organică a planului general de electrificare a U.R.S.S.

v.n.

E 927

Perspectivele dezvoltării energeticii R.S.S. Gruzine. Geogobadze B. I. *Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo*, 27 (1958), nr. 5, pag. 8—12.

621.311.1(47)

Resursele hidroenergetice ale R.S.S. Gruzine reprezintă 89% din totalul resurselor enegetice ale Republicii şi 70% din totalul resurselor hidroenergetice ale Transcaucaziei. Potenţialul se ridică la 11 000 MW, iar energia anuală teoretică la 100 TWh. După ultimele date ale Academiei de Ştiinţe a R.S.S. Gruzine, cifrele de mai sus trebuie mărite cu circa 30%. Riurile gruzine se caracterizează prin concentrări mari ale puterii specifice.

Energia specifică pe unitatea de suprafaţă este de 1 278 000 kWh/km², ceea ce reprezintă unul din cei mai favorabili coeficienţi din lume.

Înainte de Revoluţia din Octombrie se construiseră numai cîteva microcentrale totalizînd o putere de 4 000 kW. După revoluţie a început construcţia numeroaselor uzine dintre care pot fi citate uzinele Zemo — Avceal, Rion, Tkibuli, Dariali şi altele.

Articolul arată caracteristicile principale ale uzinelor în curs de execuţie.

E. 928 *a.f.*

Folosirea raţională a fondurilor de investiţii pentru instalaţii de alimentare cu energie electrică. Sommer E. M. K., *Energietechnik*, vol. 7 (1957), nr. 12, pag. 538—45 ,8 fig.

621.311.1.003

După consideraţii introductive în legătură cu creşterea consumului de energie şi a creşterii puterii necesare în centralele electrice se subliniază echilibrul ce trebuie păstrat în repartizarea fondurilor de investiţii între diferitele categorii de instalaţii, pentru păstrarea aceluiaşi pas de dezvoltare.

În mare se poate constata că în acest caz o treime din investiţii revine centralelor, celelalte două treimi trebuind afectate instalaţiilor de transport şi distribuţie. Astfel se explică de ce kWh de consum casnic se facturează cu 8 Pf în timp ce la centrală costul este de 2 Pf/kWh.

Pornind de la aceste considerente, autorul încearcă a aprecia investiţiile necesare în perspectivă în R.D. Germană, recomandînd în acelaşi timp o serie de măsuri pentru ieftinirea instalaţiilor în viitor şi căutînd a prinde şi această influenţă în prognoza sa.

E. 929 *i.s.*

Necesită Austria centrale atomoelectrice? Wietz, A. *Atomwirtschaft* vol. 3 (1958), pag. 203—204.

621.311.1 :621.039(439)

De cîte ori se lansează în Austria un împrumut public pentru lucrări de alimentare cu energie electrică, și aceasta s-a petrecut de patru ori din 1953 pînă acum, apare întrebarea dacă este rațional a se investi sume atît de mari în amenajări hidroelectrice cînd era centralelor atomoelectrice a demarat deja și aceasta va face, pare-se, inutilă folosirea oricăror alte surse de energie.

Pentru a răspunde la această întrebare, autorul expune situația energetică a Austriei, care se rezumă astfel:

Resursele de bază ale Austriei sînt cele hidroenergetice, din care de abia un sfert sînt amenajate, mai fiind disponibile cca. 30 TWh anual, ceea ce ar putea acoperi consumul de energie electrică încă cîteva zeci de ani. Problema cea mai dificilă constă însă în echilibrarea regimului resurselor hidraulice cu variația acestui consum. Aceasta se poate face pe următoarele căi: acumularea disponibilităților de vară în lacuri de acumulare la mari înălțimi, construirea de centrale termoelectrice și import de energie electrică. Prima posibilitate este foarte interesantă, cere însă investiții foarte mari, ce nu pot fi făcute decît într-un anumit ritm. Întrucît cea de a treia cale, cea a importului, trebuie exclusă, rămîne ca posibilă numai folosirea de centrale termoelectrice pentru echilibrarea consumului.

Experiența a arătat că proporția optimă între centralele hidro- și cele termoelectrice duce în Austria la acoperirea consumului în proporție de 75 % cu energie din surse hidraulice, proporție care se va păstra probabil și în viitor. Din păcate, resursele de combustibil ale Austriei nu vor putea acoperi cererile în plus decît pentru 7—8 ani. Aceasta înseamnă că în 1965 trebuie să intre în funcțiune în Austria prima centrală atomoelectrică. Deci mai rămîn numai 5 ani pentru studiu și proiectare, lucrările pe teren trebuind să înceapă în 1962—1963. Se consideră că pregătirile actuale în cursul cărora va intra în funcțiune un reactor experimental de 5 MW în 1960 sînt pe drumul cel bun.

E. 930 *i.s.*

Dezvoltarea energeticii nucleare în India. Baranov S. Atomnaia energhia, nr. 1 (1958), pag. 103—104.

621.311.1.621.039(54)

Lipsa de petrol și cărbune din India este înlocuită de imensele rezerve de combustibil nuclear care echivalează cu 600 miliarde tone cărbune, adică de 15 ori mai mult decît sursele de cărbune cunoscute actualmente. Rezervele de uraniu ajung la 12—14 mii tone, iar de toriu 150—180 mii tone.

În ultimii 8 ani s-au înființat o serie de întreprinderi de extracție și prelucrare a minereului nuclear.

Primul reactor nuclear de 1 MW din India a fost pornit în august 1956, iar actualmente sînt în curs de construcție încă două reactoare: unul de 40 MW, care va fi pornit în martie 1958, și altul experimental, a cărui construcție va începe la sfîrșitul anului 1958.

În viitor, în India se prevede construirea cîtorva centrale atomoelectrice de 20—50 MW.

Dezvoltarea industriei și energeticii nucleare în India se bazează pe mijloace proprii, numai în rare cazuri recurgîndu-se la import.

În institutul de cercetări în domeniul fizicii nucleare lucrează peste 300 cercetători, iar în anul 1959, numărul acestora va ajunge la 800. În cadrul Departamentului energiei nucleare, în iulie 1957, s-a înființat o școală specială pentru pregătirea de un an a unui număr de 250 tehnicieni și ingineri.

E. 931 *g. c.*

Termoenergetica

Folosirea supraîncălzirii intermediare a aburului în centralele de termoficare urbană, Zîcov, S. A. *Teploenerghetica* nr. 3 (1958), pag. 40—43.

621.311.22 :697.34

Întrucît în literatura de specialitate părerile privind oportunitatea folosirii supraîncălzirii intermediare la CET sînt împărțite, autorul analizează economicitatea acesteia la CET mari cu parametrii supraînalți.

Dat fiind perioada din timpul anului în care CET funcționează cu majoritatea echipamentelor în regim de condensație, supraîncălzirea intermediară poate conduce la rezultate pozitive și în aceste centrale.

E. 932 *g.c.*

Turbine cu abur pentru temperaturi și presiuni înalte. Brennecke C. și Schinn R.: *V.D.I.*, vol. 99 (1957), nr. 32, pag. 1 611—1 619.

621.165

Din descrierea instalațiilor actualmente în curs de montaj și a celor proiectate, cu temperaturi peste 593°C, se trag concluzii asupra dezvoltărilor viitoare, care vor ajunge la temperaturi de 700°C și presiuni de 400 at. Aceste limite nu vor putea fi însă atinse concomitent, față de actualul stadiu de dezvoltare a materialelor de construcție, a echipamentelor. În ceea ce privește puterea instalată într-o singură unitate, se consideră 500 MW ca un maximum posibil.

E, 933 *b. b.*

Piatra de fundație pentru o centrală de 1 300 MW în R.D. Germană. *Energietechnik* vol. 7 (1957), nr. 12, pag. 576.

621.311.22

La Lübbenau s-a pus la 23 octombrie 1957 piatra de fundație a celei mai mari centrale electrice germane.

Prima parte va fi echipată cu 6 cazane de cîte 220 t/h și 6 turbine de 50 MW. Parametrii aburului la cazane vor fi de 114 at la 540 °C, iar la turbine de 90 at 535°C. A doua parte a centralei va primi 10 cazane de cîte 350 t/h la 158 at 535°C și 10 grupuri de cîte 100 MW.

Centrala va fi alimentată cu combustibil din două noi exploatări de lignit la zi și va avea probabil condensatoarele turbinelor răcite cu aer.

Primele două grupuri de 50 MW vor intra în funcțiune în 1959, în anul 1960 urmînd restul de 4 grupuri de 50 MW și primele două grupuri de 100 MW. Întregul echipament al centralei va fi fabricat în R.D. Germană.

E. 934 *i.s.*

Consumul specific al centralelor termoelectrice în S.U.A. *Revue française de l'énergie*, nr. 3 (1957), pag. 226.

621.311.22 :003

Conform unei anchete întreprinse de „Federal Power Comission", la 459 întreprinderi s-a constatat că în anul 1955 au funcționat în S.U.A. 41 centrale termoelectrice cu un consum specific mai mic decît 2520 kcal/kWh. În anul 1954, numărul acestor centrale a fost 29, iar în anul 1950, 2.

Printre centralele cu consumul specific cel mai mic se numără, de exemplu, centrala Kryger Creek (2296 kcal/kWh), aparținînd societății Ohio Valley Electric Corporation (ante calculat). Această centrală are instalate 4 blocuri de 217 260 kW cu parametri 140,6 ata, 565,6°C.

Din 12 întreprinderi care au avut un consum specific mai mic decît 2394 kcal/kWh, numai una este construită pentru consum de gaze și păcură.

În anul 1955, consumul de combustibil la centralele termoelectrice din S.U.A. a avut următoarea structură procentuală: cărbune 68 %; gaze naturale 23 %; păcură și produse petrolifere 9 %.

E. 935 *c. m.*

Determinarea greutății specifice a cărbunilor depozitați. Davis J. E.: *Power*, vol. 101 (1957), nr. 3, pag. 94/95, cu extras în *BWK*, vol. 9 (1957), nr. 9, pag. 445.

662.22 :621.311.22

Determinarea greutății specifice la verificarea stocului de cărbune al unei centrale electrice se poate face prin forarea unor găuri de 2—2,5 m adîncime la distanțe de 30 la 60 m în depozit cu ajutorul unui burghiu de diametru 250 mm.

Cărbunele excavat din fiecare gaură se adună cu grijă într-o ladă și se cîntărește. Volumul găurii excavate se măsoară cu ajutorul unui tub din foaie subțire de material plastic închis la fund și lipit la cald care se introduce în gaura forată și care la rîndul său se umple cu apă, mulîndu-se exact după forma golului.

Volumul apei din tub se măsoară atît la introducerea cît şi la repomparea ei prin variaţia nivelului într-un rezervor. Greutatea specifică măsurată în mai multe cazuri a avut valori de 1171—1174 kg/m³.

Articolul dă şi unele indicaţii asupra formării stivelor de cărbuni. Se recomandă ca stivele să fie realizate prin straturi succesive care să nu întreacă grosimea de 60 cm, acestea fiind cilindrate pentru reducerea cantităţii de aer şi deci a pierderilor de cărbune prin autoaprindere. Temperatura din interiorul stivelor nu trebuie să depăşească 70°C. În cazul creşterii temperaturii este necesar să se consume imediat cărbunele care se degradează.

E. 936 *c. m.*

Izolaţia termică a instalaţiilor şi conductelor termice — factor economic în lupta pentru economia de combustibil. Ş u b i n E. P., *Energhetic* nr. 12 (1957), pag. 2—4.

621.311.22

Una dintre metodele eficace şi care nu necesită investiţii suplimentare în instalaţiile energetice în lupta pentru economie de combustibil este alegerea tipului şi construcţiei optime pentru izolarea termică a suprafeţelor calde şi fierbinţi. Deşi după instrucţiunile MCE al U.R.S.S. din 1956, diferenţa de temperatură dintre suprafaţa izolaţiei şi cea a aerului înconjurător nu trebuie să depăşească 20°C autorul constată că în foarte multe cazuri se ajunge la valori de ordinul 30...40 şi chiar 57°C.

În articol se analizează în linii generale problema izolaţiei termice la CTE şi pentru reţelele termice. Dintre materialele termoizolante pentru reţelele termice cele mai eficace sînt cele cu $\lambda = 0{,}07...0{,}08$ kcal/m° Ch, la grosimi care pentru fiecare tip de instalaţie vor fi stabilite pe bază de calcule tehnico-economice. În anumite cazuri izolaţia necorespunzătoare conduce la pierderi în reţelele termice de la 5% la 10—20%, valoare extrem de ridicată, ţinînd seama de faptul că la centrale de termoficare aceasta reprezintă peste 2% din consumul total de combustibil.

E. 937 *g.c.*

Probleme ale alimentării urbane cu căldură . W o h l f a r t h, G. *Die Technik*, vol. 13 (1958), nr. 1, pag. 35—37.

697.34

După o introducere în care se relevă rămînerea în urmă a alimentării centralizate cu căldură faţă de cea cu apă potabilă şi energie electrică şi se subliniază importanţa socială şi economică a termoficării, se comentează o serie de aspecte tehnice şi economice ale termoficării urbane.

Se subliniază noul impuls luat de termoficarea urbană în Germania şi se indică preţurile unitare fixate la 1 ianuari: 1957 pentru alimentarea cu căldură în R.D. Germană

pentru prima tranşă de	500 Gcal/lună	12 DM/Gcal
pentru următoarele	3 000 Gcal/lună	9 DM/Gcal
pentru rest		4,10 DM/Gcal

Aceste preţuri sînt valabile pentru furnizarea căldurii sub formă de apă caldă, fierbinte sau de abur, se înţeleg loco predare la consumator şi includ ca atare toate cheltuielile legate de reţeaua termică de transport şi distribuţie.

Preţurile corespund nivelului preţului căldurii combustibililor solizi cu toate că se referă la o formă de energie superioară energiei chimice a combustibililor. Această situaţie denotă intenţia legiuitorului pentru o răspîndire a termoficării atît ca alimentare centralizată cu căldură, cît şi pentru producerea simultană a căldurii cu energie electrică, altfel nefiind posibilă livrarea ei la acest nivel de preţuri.

E. 938 *i.s.*

Trei ani de activitate cu succes a secţiilor centrale de reparaţii în cadrul Departamentului energiei electrice. U n g e r L., *Energietechnik*, vol. 7 (1957), nr. 10, pag. 441—447, 7 tab., 14 ref. bibl.

621.311.22.004.5

După o expunere a condiţiilor care au condus la înfiinţarea celor patru secţii centrale pentru efectuarea reviziilor şi reparaţiilor capitale a cazanelor şi turbinelor cu abur din centralele termoelectrice, se precizează sarcinile acestor unităţi şi se prezintă pe baza unui bogat material cifric realizările de pînă acum.

În partea finală se subliniază factorii pozitivi care au contribuit la succesul acestei noi forme de organizare, destul de contestate la început, şi necesitatea dezvoltării ei pentru a putea face faţă sarcinilor crescînde în viitor.

E. 939 *i.s.*

Electroenergetica

Unele probleme ale proiectării şi exploatării staţiilor coborîtoare. S î r o m i a t n i c o v A. I., *Electriceschie Stanţii* (1958), nr. 2, pag. 77—81, fig. 6.

621.316.262.001/4

În scopul micşorării investiţiilor în domeniul electrificării, autorul arată că staţiile coborîtoare pot fi executate după scheme simplificate, în funcţie de categoria consumatorilor. Pentru acest tip de staţii nu se justifică personalul permanent de exploatare, chiar pentru staţiile de categoria I. În articol, staţiile de acest tip se împart în trei grupe, stabilindu-se pentru fiecare din ele necesităţile de personal.

Esenţial este însă renunţarea la întreruptoare pe partea de înaltă tensiune (35, 110 şi 220 kV), atît pentru staţiile cu un transformator, cît şi pentru staţiile cu două transformatoare, executate eventual după schema „H". La proiectarea staţiilor, care în viitor vor deveni staţii nodale, se va lăsa posibilitatea montării întreruptoarelor. Se dau unele indicaţii asupra modului de construire a completului de separatoare folosite pentru acest gen de staţii. O largă utilizare a staţiilor, fără întreruptoare pe partea de înaltă tensiune, permite realizarea electrificării cu investiţii minime.

E. 940 *i.n.*

Sistemul de bare de transfer în instalaţiile de înaltă tensiune W. H i l l i g, *Deutsche Elektrotechnik*, nr. 3 (1958), pag. 84—87.

621.316.262.001

După ce se arată necesităţile ce conduc la prevederea unui sistem de bare de transfer, se dezvoltă modul de dispunere a acestui sistem în instalaţiile de înaltă tensiune de tip interior şi exterior.

Astfel, în staţiile de tip interior, cu plecări în cablu, pînă la 30 kV, sistemul de bare de transfer se poate dispune — fără modificări importante constructive — în patru variante:

— în primele două, derivaţia spre sistemul de bare de transfer se ia dintre separatorul de cablu şi transformatorul de intensitate (de trecere);

— în ultimele două, derivaţia spre sistemul de bare de transfer se ia înainte de separatorul de cablu (între acesta şi cutia terminală a cablului).

Variantele mai diferă între ele şi prin modul în care sînt dispuse barele de transfer (despărţite sau nu printr-un perete de separatorul lor, aşezate răsturnat etc.).

În ceea ce priveşte dispunerea sistemului de bare de transfer în instalaţiile exterioare de 110 kV, se descriu două moduri de aşezare:

— în schemă clasică;

— în schemă tandem.

Se mai descriu posibilităţile de racordare ale întreruptorului de cuplă, care face legătura între sistemul de bare de transfer şi sistemele de bare colectoare, atît în cazul celor patru variante din staţiile interioare cît şi în cazul staţiei de 110 kV tip exterior, considerată.

E. 941 *gh.b.*

Lungimea traseului de conturnare şi tensiunea de izolare pentru izolatoare supuse depunerilor. *ETZ*—A, vol. 78 (1957), nr. 23, pag. 866—869, 9 fig.

621.315.62.015.52

În recenzia E 640 (Energetica nr. 10/1957) s-a arătat practica RWE în privinţa izolatoarelor supuse murdăririi şi determinarea clasei de izolare după criteriul lungimii traseului de conturnare, atrăgîndu-se atenţia că cercetările lui H.v. Cron (rap. 203—Cigré 1956) conduc la determinarea unui nou criteriu în funcţie de caracteristica tensiunii de izolare-conductibilitate specifică a depozitului.

Autorul a pus la punct procedeul de încercare, care permite crearea artificială a unor straturi de conductibilităţi variate şi care pot fi reproduse după dorinţă. În acest fel, s-au putut compara diferite tipuri de izolatoare (izolatoare suporţi pentru staţii, izolatoare tijă de tip VKNL 75/27 şi SVKL 75/20, izolatoare lanţ şi izolatoare tijă VKL 75/4 etc.). A rezultat că lungimea traseului de conturnare nu este un criteriu suficient şi că forma izolatorului, zvelteţea lui, existenţa pieselor metalice etc, sînt factori importanţi care conduc la o mărire a tensiunii de izolare.

Autorul caută să stabilească o corespondenţă între clasa de izolare definită în E 640 şi conductibilitatea specifică a depozitului (clasa de depunere).

Se ajunge la concluzia că prin stabilirea în laborator a unor caracteristici tensiune de izolare-clasă de depunere se pot trage concluzii, care sînt respectate de practica exploatării.

E 942 *a.r.*

Exploatarea generatoarelor în regim de compensator sincron. W. Ermel şi H. Brenner: *Elektrizitätswirtschaft*, 56 (1957), nr. 14, pag. 500—504.

621.313.325.

Avînd mari rezerve de putere activă, Energie-Versorgung Schwaben practică mersul în compensator sincron la două maşini, de 85 MVA şi 100 MVA din centrala Heilborn. Timpul pentru decuplarea generatorului şi montarea blindelor la conductele de ulei este de 1,5 — 2 zile. Pornirea durează 30 min.

Autorii tratează detailat modul de pornire al celor două compensatoare, care sînt lansate cu ajutorul unui generator de 32 MVA din centrala Merbach. Lansarea se face cu succes, în condiţii destul de grele, deoarece între cele două centrale este o linie de 110 kV de 38,5 km şi două transformatoare. Un grup convertizor asigură excitaţia separată la pornire.

S-a observat că la pornire raportul optim între curenţii de excitaţie ai maşinilor este 1/0,5. Se dă o diagramă a valorilor i_e, I şi U la pornire, în funcţie de turaţie.

Pentru decuplarea turbinei de generator se necesită cîteva instalaţii auxiliare : o şaibă intermediară între bucşele cuplei dintre generator şi turbină, înlocuirea părţii superioare a unui lagăr radial printr-un inel-umăr ţinînd locul lagărului axial al grupului, o pompă auxiliară de ulei pentru lagărele generatorului.

Compensatorul sincron atinge o putere de 80 % din puterea generatorului. El absoarbe 1,91 % din puterea turbinei şi consumă în plus 0,5 % pentru pompele de apă de răcire şi de ulei.

Se dau indicaţii pentru determinarea prin calcul a curenţilor de excitaţie necesari ambelor maşini.

E 943 *an.b.*

Hidroenergetica

Presiunea avalanşelor şi apărarea contra lor. Killer I., *Schweizerische Bauzeitung*, vol. 75 (1957), pag. 561—568, 19 fig., 9 ref. bibl.

621.315.171.004.64

Autorul descrie diferite feluri de avalanşe, efectele lor şi măsurile de prevedere şi apărare la construcţiile centralelor hidroelectrice de altitudine, în special în privinţa stîlpilor liniilor electrice. Fotografiile care ilustrează textul redau interesante construcţii metalice tubulare uşoare, care simplifică transportul la altitudini greu accesibile şi sînt însoţite de tabele pentru materialul şi manopera construcţiilor de apărare şi deviere. În privinţa presiunii avalanşelor, autorul se referă la formula adoptată de Institutul de Construcţii din Tbilisi, care a efectuat măsurători practice în munţii Caucaz în anii 1936—1939, $p = \gamma_z / g \cdot v^2 \cdot \sin^2 \beta$, în kg/m² a suprafeţelor lovite, β fiind unghiul dintre perpendiculară şi direcţia avalanşei.

E. 944 *b. b.*

Organizarea lucrărilor pentru construcţia canalului Terek-Kuma. Litinskii E. Z., Konikov A. S.: *Ghidrotehnica i Meliorația* 9 (1957), nr. 1, pag. 16—28.

621.311.21 :621.29

Construcţia canalului de 150 km a început în anul 1952. Terenurile care vor fi irigate din apele canalului magistral, în suprafaţă totală de 2,2 milioane ha, sînt cuprinse între canal şi Marea Caspică, fiind limitate la nord de rîul Kuma, iar la sud de rîul Terek. Calculele economice efectuate au arătat că datorită irigaţiilor, venitul din agricultură şi creşterea vitelor va spori cu 3 000 ruble/ha.

Debitul canalului Terek-Kuma este de 100 m³/s ; în viitor se prevede mărirea sa la 200 m³/s. Lăţimea canalului variază de la 3—7 m, iar taluzele de la 1—6 la 1—2. Pe canal există trei căderi amenajate, respectiv de 7,93, 31,5 şi 19,6 m. La intrarea în canal s-a construit pe rîul Terek un baraj şi o centrală hidroelectrică cu o putere totală de 34,7 MW.

La jumătatea canalului s-au prevăzut construcţii de descărcare a apelor mari cu două deschideri de 8 m închise cu vane segment. Apele torenţiale sînt trecute pe sub canal prin nouă conducte de 1,5 m diametru.

De-a lungul canalului s-au organizat diferite centre de lucru. Volumul total al lucrărilor este : 15,1 milioane m³ terasamente, 71 mii m³ beton, 450 t construcţii metalice. Volumul lucrărilor de organizare este 16 890 CP putere instalată, 46 764 m³construcţii auxiliare, 10 610 m² locuinţe definitive, 1 526 m³ baracamente provizorii.

E. 945 *a.f.*

Uzina hidroelectrică Petäjäskoski. A. Michel: *Schweizerische Bauzeitung*. 75(1957), nr. 37, pag. 589—593.

621.311.21

Uzina Petäjäskoski este situată pe rîul Kemjoki, cel mai lung din Finlanda. Deoarece debitele rîului variază în cursul unui an între 90 şi 4 000 m³/s, este necesară regularizarea rîului. Uzina face parte dintr-un sistem de nouă uzine prevăzute pe rîu, totalizînd 790 MW cu o producţie de 5755 GWh. În amplasamentul uzinei, rîul se împarte în două braţe. Pe braţul stîng este aşezat descărcătorul cuprinzînd şapte deschideri prevăzute cu stăvilare segment. Pe braţul drept este amplasată centrala. Între cele două uvraje s-a construit un dig de pămînt. Barajul mai este prevăzut cu instalaţie de trecere a buştenilor şi plutelor.

Pentru apărarea localităţilor din regiunea lacului de acumulare a-su construit 15 km diguri de pămînt cu şase staţii de pompare.

În centrală sînt instalate trei turbine Kaplan cu următoarele caracteristici : $H = 17{,}5 - 21$ m, $Q = 295$ m³/s, $P = 67\,600$ HP ; $u = 100$ rot/min.

E 946 *a.f.*

Proiectul centralei hidroelectrice Freibacho. Jeran, F.: *Ö. Z. E.* an. 10(1957), nr. 7, pag. 193—197, 5 fig.

621.311.21

În regiunea Carintiei de sud-est, mai înapoiată economic faţă de restul Austriei a fost proiectată amenajarea pîrăului Freibach (afluent al Dravei) cu un debit de 1,74 m³/s. Diferenţa de nivel utilizată este de cca 320 m. Condiţiile geologice au impus utilizarea unui baraj de pămînt de 31 m înălţime, cu un cubaj de 196 000 m³, la un volum de acumulare de 600 000 m .

Centrala va fi echipată cu o turbină Francis cu ax vertical, pentru un debit nominal de 5750 l/s, cu o putere instalată de 22 000 CP. Generatorul vertical cu o putere de 20 MW alimentează reţeaua de 20 kV regională sau cea locală. Pornirea şi deservirea centralei vor fi automatizate. Producţia medie anuală va fi de 40 GWh, repartizată 55 % pe semestrul de iarnă.

Proiectul reprezintă o centrală de putere medie, importantă pentru alimentarea regională. La proiectarea centralei s-a ţinut seama de faptul că această amenajare locală şi parţială nu prejudiciază nici o amenajare de interes federal.

Pe baza preţurilor şi salariilor din ianuarie 1957 a fost calculat preţul întregii amenajări, inclusiv colonia definitivă şi dobînzi la capitalul investit pînă la punerea în funcţiune, la 6900 Sch./kW şi 0,26 Sch/kWh în medie anuală.

Durata de construcţie prevăzută este de doi ani, punerea în funcţiune urmînd să aibe loc la finele anului 1959.

E. 947 *v.b.*

Energetica nucleară

Centrale atomoelectrice și instalații nucleare mobile. Wiesenack G., *V.D.I.-Z.*, vol. 100 (1958), nr. 4, pag. 153–159, 3 tabele, 3 fig, 29 ref. bibl.

621.039

Se face o privire retrospectivă asupra anului 1957, cu previziuni asupra tendințelor generale de dezvoltare și indicații asupra programelor diferitelor state. În afară de statele cu programe atomice foarte mari, se menționează și proiectele din Franța, R.F.G., Belgia, Italia, Suedia, Elveția, Brazilia și Japonia. În privința instalațiilor mobile, se dau detalii asupra spărgătorului de gheață sovietic de 16 000 t, cu o putere instalată de 44 000 CP și o viteză de 18 noduri, precum și asupra construcțiilor navale, militare (submarine, crucișătoare, distrugătoare și vase port-avioane) și comerciale (cargoboturi și tancuri petroliere).

E. 948 *b.b.*

Raport al Comisiei Energiei Atomice Americane asupra unui reactor cu grafit și răcit cu gaze. *Atomwirtschaft*, vol. 3 (1958), nr. 5, pag. 209.

621.039

Comisia Energiei Atomice din S.U.A. a supus la 1 aprilie a.c. Congresului raportul ce i s-a cerut asupra posibilității construirii unui reactor cu grafit și răcit cu gaze. În raport se respinge realizarea unui astfel de reactor cu uraniu natural din cauza costului ridicat și al posibilităților reduse de dezvoltare în viitor. În schimb se recomandă ca un astfel de proiect să fie luat în considerare pentru temperaturi ridicate ale gazelor și cu uraniu parțial îmbogățit, în perspectivă această îmbogățire urmînd a se face eventual prin refolosire de plutoniu. În acest spirit se propune realizarea unui prototip de cca. 40 MW putere electrică cu temperaturi peste 500°C. O instalație mai mare (200 MW) ar putea fi începută în 1959, dar nu este considerată utilă, deoarece nu oferă avantaje în plus față de prototipul supus.

E. 949 *i.s.*

„Problemele energeticii nucleare" – publicație nouă sovietică.

621.039

Editura pentru literatură străină din Moscova a început să editeze din anul 1957 publicația „Problemele energeticii nucleare" care reprezintă o culegere de traduceri sau sinteze din literatura străină.

Această publicație a apărut din necesitatea informării prompte a cititorilor cu ultimele realizări în domeniul energeticii nucleare, pe plan mondial, dat fiind ritmul rapid de dezvoltare în acest domeniu.

După cum se arată în introducerea din primul număr, această culegere va conține cele mai interesante articole din literatura tehnică străină în domeniul energeticii nucleare. O deosebită atenție se va acorda problemelor de proiectare și construcție a reactoarelor energetice, schemelor și dispozițiilor în centralele atomice, lucrărilor care se ocupă de studiul noilor agenți purtători de căldură, aparatura de măsură și control, problemele de protecție sau aspectele tehnico-economice.

Această culegere este destinată atît celor ce doresc să se specializeze în domeniul energeticii nucleare cît și persoanelor care vor să se informeze despre realizările și tendințele în acest domeniu.

E. 950 *v.n.*

Cîteva probleme inginerești legate de aplicațiile practice ale energiei nucleare. Claude D. Gibb: *Combustion Boyler House and Nuclear Review* Anglia, vol. 11 (1957), nr. 9, pag. 398–404 și nr. 10, pag. 461–468, 14 fig.

621.039 :621.311.1

După o scurtă introducere privind acuitatea utilizării în Anglia a energiei nucleare pentru producerea de energie electrică, se examinează, în lumina experienței obținute cu ocazia construcției centralei Calder Hall, problemele inginerești de bază ce se pun la proiectarea unei centrale atomoelectrice.

Urgența necesităților și faptul că nu erau disponibile cantitățile necesare de uraniu îmbogățit (care de altfel necesita foarte multă energie electrică pentru a putea fi obținut) au condus la alegerea unui reactor clasic cu uraniu natural. Din aceleași motive s-a renunțat la folosirea apei grele ca moderator și s-a ales grafitul, iar ca element de răcire bioxidul de carbon. Dimensionarea reactorului pune probleme foarte grele, care nu pot fi rezolvate fără mașini analoge de calculat și printr-o strînsă colaborare a numeroși specialiști.

E. 951 *a.r.*

Pompe electromagnetice. L. R. Blake: *Journal of the Institution of Electrical Engineers*, vol. 3 (1957), nr. 26, pag. 101–103.

621.313.1 :621.68

Pompele electromagnetice utilizate în centralele atomoelectrice servesc la transportul metalelor lichide, cu punct de topire scăzut, folosite ca agent termic. Un mod de realizare este prin stabilirea forțelor electromagnetice chiar în lichidul circulat, ceea ce elimină din instalație rotoarele, ventilele și clapetele care necesită dispozitive de etanșare mobile.

Randamentul acestor pompe este mai scăzut ca al pompelor mecanice, însă fiind mai mici, sînt mai ieftine și cer mai puțină pregătire personalului.

Sînt descrise două tipuri de pompe.

Pompele electromagnetice cu curent continuu se construiesc mai ales pentru $45{,}5 \cdot 10^{-3} m^3$, 4,2 kg/cm² la 500°C. Un cîmp magnetic este stabilit perpendicular pe curent și produce o forță electromagnetică care pune în mișcare lichidul. Dezavantajul pompelor de c.c. îl constituie curentul mare de 1 500 A la 0,6 V. El necesită un generator homopolar; un număr de pompe în serie pot utiliza redresoare metalice.

Aceste pompe se pot adapta la un număr mare de presiuni și debite. Un avantaj constă în izolația electrică nepretențioasă (0,6 V), ceea ce la temperatura mare este foarte important. Randamentul maxim atins este de 50%.

Pompele cu excitație de curent alternativ monofazic au două înfășurări primare ce induc curent într-un circuit secundar compus din 5 spire în paralel.

La dimensiuni mari, pompa de c.a. funcționează mai bine la frecvențe mici.

E 952 *an.b.*

СОДЕРЖАНИЕ

I. D. Stăncescu : **Энергетические соображения в связи с разработкой перспективных планов,** стр. 293

* * * **Повышение уровня деятельности кружков АСИТ,** стр 295

* * * : **Чествование проф. инж. Димитрие Леонида,** стр 297

I. Savu : **Использование первичных источников энергии в Н. Р. Болгарии. (Заключения после одной поездки.)**

Анализируется структура баланса первичных источников энергии Н.Р. Болгарии, причем указывается его развитие по сравнению с довоенным периодом и освещаются главные направления развития использования энергетических рессурсов в этой стране.

Во второй части статьи рассматриваются некоторые вопросы использования лигнита в Болгарии.

Energetica VI, (1958) Nr. 7 стр. 299

A. Antonescu : **Исследование работы и область применения парового котла Вуя.**

На основе результатов экспериментальных исследований парового котла Вуя, критически анализируется схема работы котла и его отдельных узлов. Рекомендуется работа котла с усиленной циркуляцией, как более экономичная.

В заключение дается краткое представление об области применения двух изученных вариантов установок котла Вуя.

Energetica VI, (1958) Nr. 7 стр 301

I. Zăgănescu : **Перегретый пар в паровозах для узкоколейной железной дороги.**

На основе проведенных опытов представляются энерго-экономические преимущества, в результате использования перегретого пара для узкоколейных паровозов.

Energetica VI, (1958) Nr. 7 стр 308

M. Steinu D. Marc : **Соображения о технико-экономическом выборе защитных проводов на линиях 35 кв.**

На основе технико-экономических расчетов указывается на возможность отказаться от применения защитных проводов на линиях 35 кв. Анализируется эффект отсутствия защитных проводов по числу аварий и вероятных отключений линий 35 кв. Авторы отмечают экономический эффект, полученный вследствие отсутствия защитных проводов на лини ях, установленных на деревянных и бетонных опорах.

Energetica VI, (1958), Nr. 7 стр. 314

H. Albert u V. Rădulescu : **Испытание линии электропередачи 110 кв на короткое замыкание.**

Описываются испытания произведенные летом 1957 г. на линии 110 кв. Фынтынеле — Город Сталин, с целью определения — путём измерений — влияния первой рабочей цепи на вторую цепь, находящуюся в монтаже. Были измерены в рабочем состоянии существующей цепи напряжение от индукции и напряжение шага, соответствующие короткому замыканию между проводом под напряжением и землей.

Energetica VI, (1958), Nr. 7 стр 322

P. Wisner, D. Bratosin u S. Muşat. **Применение испытаний на моделях в проектировании цепи теплоэлектростанции.**

В статье представляются результаты экспериментов гидротехнической лаборатории ИСПЭ, связанных с гидротехнической частью ТЭЦ. Также даются результаты измерения у отстойников, и отмечаются возможности улучшения их работы путем испытаний на модели.

Energetica VI, (1958) Nr. 7 стр 330

ЭНЕРГЕТИКА ЗА РУБЕЖОМ, стр. 335
ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 336

INHALTSVERZEICHNIS

I. D. Stăncescu : **Energiewirtschaftliche Betrachtungen anlässlich der Ausarbeitung von Rahmenplänen,** S. 293

* * * : **Bericht über die Tätigkeit der Arbeitskreise der rumänischen Wissenschaftlichen Vereinigung der Ingenieure und Techniker (ASIT),** S. 295

* * * **Zum 75 Geburtstag von Professor Ing. D. Leonida,** S. 297

I. Savu : **Verwertung der Rohenergiequellen in Bulgarien (Reiseeindrücke und-beobachtungen).**

Der Aufbau der Rohenergiebilanz Bulgariens wird unter Berücksichtigung ihrer Entwicklung gegenüber der Vorkriegszeit und mit Hervorhebung der wichtigsten Produktionsrichtlinien für die Energiequellen des Landes untersucht. Die Ausbeutung der bulgarischen Braunkohlenlager wird besonders gewürdigt.

Energetica, VI, (1958), H. 7, S. 299

A. Antonescu : **Untersuchung der Betriebsweise und Verwendungsgebiet des Vuia-Kessels.**

Auf Grund der mit dem Vuia-Kessel gemachten Versuche ist eine kritische Würdigung des Betriebsschemas des Kessels sowie seiner Teile ermöglicht worden. Der Verfasser kommt zu dem Schluss, dass der Kessel wirtschaftlich am vorteilhaftesten mit Zwangsumlauf betrieben wird. Für Brenner und Rohrsystem, werden bau-und betriebstechnisch verbesserte Lösungen angegeben. Für die zwei untersuchten Kesselbautypen werden die Verwendungsmöglichkeiten erötert.

Energetica, VI, (1958), H. 7, S. 304

I. Zăgănescu : **Ueberhitzter Dampf in Schmalspurlokomotiven.** Beschreibung der auf Grund von Versuchen mit überhitztem Dampf in Schmalspurlokomotiven erzielten wärmetechnischen und wirtschaftlichen Vorteile.

Energetica, VI, (1958), H. 7, S. 308

M. Stein und *D. Marc* : **Technische und wirtschaftliche Betrachtung der Erdseile von 35 kV-Freileitungen.**

Auf Grund von technischen und wirtschaftlichen Ueberlegungen erscheint die Verwendung von Erdseilen bei 35 kV-Freileitungen als nicht gerechtfertigt. Die Wirkungen der Verzichts auf Erdseile bei 35 kV Leitungen werden hinsichtlich der zahlenmässig wahrscheinlichen Störungen und Kurzschlüsse untersucht. Die sich aus der Auslassung der Erdseile ergebenden Vorteile werden für Leitungen auf Holz-und Eisenbetonmasten berechnet.

Energetica, VI, (1958), H. 7, S. 314

H. Albert und *V. Rădulescu* : **Kurzschluss versuch auf einer 110 kV-Freileitung.**

Bericht über die im Sommer 1957 auf der 110 kV Freileitung Fîntînele—Oraşul Stalin gemachten Versuche, zwecks Bestimmung der Beeinflussung der zweiten in Bau befindlichen Leitung durch die erste in Betrieb befindliche. Die Messungen erstreckten sich auf die durch Induktion bewirkte elektrostatische und elektrodynamische Spannung im Normalbetrieb der bestehenden Leitung sowie auf die einem Kurzschluss zwischen einem Leiter der in Betrieb befindlichen Leitung und der Erde entsprechenden Induktions- und Schrittspannungen.

Energetica, VI, (1958), H. 7, S. 322

P. Wisner, D. Bratosin und *S. Muşat* : **Anwendung von Modellversuchen beim Entwurf der Wasseranlagen von Wärmekraftwerken.**

Bericht über die Ergebnisse der im Laboratorium für Hydraulik des Instituts für Energiewirtschaftliche Planung, für die Lösung wasserwirtschaftlicher Fragen von Wärmekraftwerken (wie Wasserumlauf, gegenseitige Beeinflussung des Sogs von Pumpanlagen, Wasserverteilung in Kühltürmen, Messergebnisse an Kläranlagen) vorgenommenen Modellversuche.

Energetica, VI (1958), H. 7 S. ...

ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND, S. 335
DOKUMENTATION, S. 336

SOMMAIRE

I. D. Stăncescu : **Considérations énergétiques à propos de laboration des plans de perspective..** S. 293

* * * : **De l'activité des cércles tehniques de l'Association Scientifique des Ingenieurs et des Techniciens (ASIT)** p. 295

* * * **Le 75-ème anniversaire du professeur ing. Dimitrie Leonida** p. 297

I. Savu : **Aspects de la valorification des sources d'énergie primaire en Bulgarie (Constatations et impressions d'un voyage d'études).**

L'anteur examine la structure de la balance d'énergie primaire de la Bulgarie. Il en montre l'évolution, en comparaison avec la période d'avant guerre, et souligne les principales lignes directrices du développement des ressources énergétiques de ce pays.

Dans la seconde partie sont examinés certains aspects constatés en Bulgarie sur la mise en valeur du lignite.
Energetica, VI, (1958) No. 7, p. 299

A. Antonescu : **La chaudière Vuia. Analyse fonctionnelle et domaine d'utilisation.**

Les résultats des recherches expérimentales effectuées avec la chaudière Vuia permettent de faire une analyse critique du schéma de fonctionnement de la chaudière et de ses éléments, et de conclure que le schéma à circulation forcée est recommandable aux points de vue fonctionnel et économique.

Quant aux éléments de la chaudière, l'auteur donne des solutions pour l'amélioration de la construction et du fonctionnement de l'injecteur ainsi que du système de serpentins. Il fait également une courte présentation du domaine d'utilisation des deux variantes d'installations étudiées.
Energetica, VI, (1958), No. 7, p. 304

I. Zăgănescu : **Vapeurs surchauffés à locomotives à écartement étroit.**

Avantages termotéchniques et économiques résultés par utilisation de vapeurs surchauffés à des locomotives à écartement etroit.
Energetica, VI, (1958), No. 7, p. 308

M. Stein et *D. Marc* : **Considérations sur la justification du point de vue technique-économique des conducteurs de protection sur les lignes de 35 kV.**

A l'appui de calculs techniques-économiques les auteurs montrent l'opportunité de renoncer au montage de conducteurs de protection sur les lignes de 35 kV. Tout en analysant au point de vue numérique des dérangements et déclenchements probables les effets, de ce renoncement, les auteurs soulignent les avantages économiques obtenus par le renoncement aux conducteurs de protection sur les lignes montées sur des supports en bois et en béton armé.
Energetica, VI, (1958), No. 7, p. 314

H. Albert et *V. Rădulescu* : **Essais efectués sur une ligne de transport d'énergie électrique de 110 kV en cas de court circuit produit dans la ligne courante.**

Dans l'article sont décrits les essais effectués pendant l'été 1957 sur la ligne de 110 kV Fîntînele-Orașul Stalin, dans le but de déterminer à l'aide de mesures les influences du circuit en fonction sur un second circuit en cours de montage.

Outre la mesure des tensions induites (électrostatique et électrodynamique) effectuée pour le circuit existant fonctionnant normalement, les mesures ont porté également sur la tension induite et la tension de pas correspondant à un court circuit entre le conducteur du circuit en fonction et la terre.
Energetica, VI, (1958), No. 7, p. 322

P. Wisner, D. Bratosin et *S. Musat* : **Applications des essais sur modèles dans la projection du circuit hydrotechnique des usines thermoélectriques**

L'article présente les résultates obtenus expérimentalement dans le laboratoire hydrotechnique de l'Institut d'étude et de projets énergétiques, de quelques problémes relies à la partie hydrotechnique d'une usine thermoélectrique, en mentionnant les posibilités d'amélioration du fonctionnement par essai sur modèles.
Energetica, VI No. 7 (1958), p 336

L'ENERGIE ELECTRIQUE A L'ETRANGER, p. 335
DOCUMENTATION, p. 336

CONTENTS

I. D. Stăncescu : **Energetical reflections with respect to long range planning.** p. 293

* * * : **On the activity of the roumanian Scientific Association of Engineers and Technicians (ASIT), local clubs.** p. 295

* * * **The 75-th annyversary of Professor Engineer Dimitrie Leonida** p. 297

I. Savu : **Aspects of primary energy ressources development in Bulgaria (Study voyage records and impressions).**

The author analyzes the structure of the bulgarian primary energy balance, showing its evolution as compared to the prewar period and the principal lines of future development of the energetic ressources of this country.

In the second part are examined certains aspects pertaining to lignite mining in Bulgaria.
Energetica, VI, (1958), No. 7, p. 299

A. Antonescu : **The Vuia boiler. Funetional analysis and utilization range.**

The experimental researches made with the Vuia boiler permit a critical analysis of the boilers and its elements operating scheme. The author reaches the conclusion that operation under forced circulation is advisable both from the economic and operating point of view. As regards the elements, the author gives some solutions for the constructive and functional improving of the injector and the tubing system. He also presents the utilization range for the two studied alternative installations of the Vuia boiler.
Energetica, VI (1958), No. 7, p. 304

I. Zăgănescu : **Superheated steam to be used in narrow gauge railway engines.**

Based upon experimental work, this paper shows the economic and termotechnic advantages to be obtained by using superheated steam in narrow gauge locomotives.
Energetica, VI No. 7 (1958), No. 7, p. 308

M. Stein and *D. Marc* : **Considerations upon the justification of using ground wire on 35 kV lines**

On the basis of technical and economical computations, the authors show the opportunity of renouncing to ground wire on 35 kV lines. They analyze from the point of view of numerical probable disturbances and switchings the effects of this renouncement and show the economic advantages obtained for lines supported on wooden and reinforced concrete poles by renouncing to ground wires.
Energetica, VI, (1958), No. 7, p. 314

H. Albert and *V. Rădulescu* : **Trial of 110 kV transmission line in case of short circuit occurred in the current line.**

In the paper are described the trials made in summer 1957 on the 110 kV line Fîntînele-Orașul Stalin, in view of determining by measurements the influence of the working circuit upon a second one being just mounted. Besides the measurement of the induced electrostatic and electrodynamic voltages under normal working conditions in the existing circuit, the authors have also measured the induced voltage and the pace voltage corresponding to a short circuit between a ground wire of the working circuit and the ground.
Energetica, VI, (1958), No. 7, p. 322

P. Wisner, D. Bratosin and *S. Mușat* : **Aplication of model tests in the desitning of the hydrotechnical circuit of a thermoelectric powerplant**

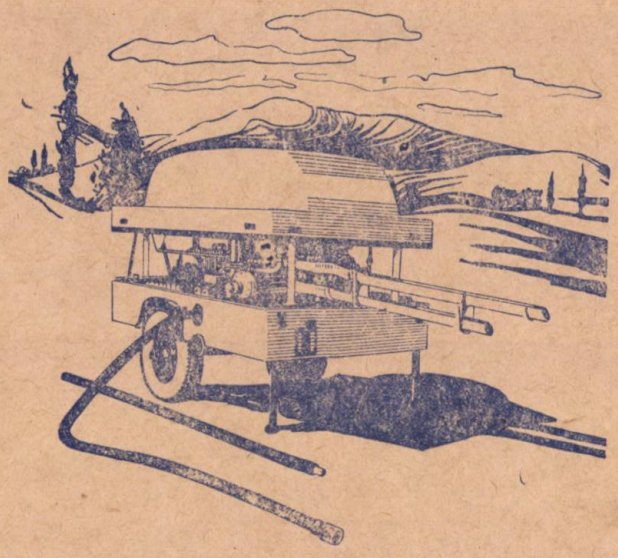
The paper presents the results obtained experimentaly in the hidrotechnic laboratory of ISPE for some problems connected to the hydrotechnical part of thermoelectric powerplant and mentions the posibilities of imprcving the working of the powerplant through tests on models.
Energetica, VI, (1958), No. 7, p. 330

ELECTRIC ENERGY ABROAD, p. 335
DOCUMENTATION, p. 336

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

HIDROAGREGAT

Hidromotorul, brevetat de statul ungar, este mijlocul cel mai modern ce servește la forajul de prospecțiune la mare adîncime. La foraje executate în roci extrem de dure și puternic abrazive, acest procedeu permite să se obțină rezultate mai bune în comparație cu oricare alt procedeu de foraj.



PRINCIPII DE FUNCȚIONARE

Forajul executat cu ajutorul hidromotorului este o operație percutantă și rotativă în același timp. Hidromotorul este cuplat la extremitatea inferioară cu tijele de foraj a căror rotație și pătrundere în adîncime pot fi comandate dela suprafață — pe măsura înaintării forajului — prin oricare foreză rotativă.

Hidromotorul poate fi acționat fie prin apă pură, fie prin noroi de foraj. Ca urmare a rotării aparatului, fundul deschizăturii forajului este întotdeauna atacat sub un unghi diferit prin cadența extrem de repede, dar de o amplitudine redusă, a percuțiilor. În consecință, instalația permite să se exercite un efect foarte desintegrant, asigurîndu-se astfel o viteză maximă de foraj.

Exportator: **NIKEX** — *Societate Ungară de Comerț a Industriei Grele.*

Budapesta, V. Dorottya u. 6.

B.P. 103. Budapesta IV

Adresa telegrafică **NIKEXPORT**

CĂRȚI APĂRUTE

Prof. M. P. Vukalovici

Proprietățile termodinamice ale apei și ale aburului

Traducere din limba rusă

Editura Tehnică București — 1958

Cartea cuprinde date asupra proprietăților termodiamice ale apei, ale aburului, ale aburului saturat și ale celui supra încălzit, determinate pe cale experimentală și teoretică.

Lucrarea se adresează studenților din institutele de învățămînt tehnic și personalului tehnico-inginerese al institutelor de studii și cercetări deproiectare a uzinelor constructoare de mașini, al centralelor electrice și al instalațiilor energetice industriale.

S. M. Losev

Turbine cu abur și instalații de condensare

Traducere din limba rusă

Editura Tehnică București — 1958

În această carte sînt expuse teoria, construcția și exploatarea turbinelor cu abur, a condensatoarelor și a instalațiilor auxiliare ale turbinelor din centralele electrice. Sînt descrise atît turbinele construite de fabricile sovietice, cît și toate celelalte tipuri de turbine care au o răspîndire largă în centralele electrice.

Lucrarea se adresează personalului de exploatare a instalațiilor cu turbine cu abur, putînd fi folosită și drept curs descriptiv în facultățile de mecanică și energetică.

LE15

E 2030

ENERGETICA

8

1958

RECOMANDĂRI PRIVIND ÎNTOCMIREA ARTICOLELOR TEHNICO-ȘTIINȚIFICE

1. *Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*
2. *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*
3. *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*
4. *Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial, nu pot fi trimise redacției spre publicare.*
5. *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.*
6. *În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*
7. *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.*
8. *Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*
9. *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.*
10. *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grije literele majuscule, minuscule sau cele ruseşti, romane, greceşti, germane etc.*
11. *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.*
12. *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență exceptîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne pe pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*
13. *Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.*
14. *Articolele se trimit cu o notă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*
15. *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.*
16. *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.*

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociației Științifice a Inginerilor și Tehnicienilor din R. P. R. și al Departamentului Energiei Electrice — Redacția: București, Str. Ion Ghica Nr. 3, Raion Tudor Vladimirescu, Toefon: I 3.07.30 I3 57 28 și 16.78.78 — Administrația și Casieria: București, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I.V. Stalin, Telefon: 13.48.00 — Revista este editată de A S I.T. — Abonamentele se primesc la administrația revistei, la sediile filialelor și subfilialelor A.SI.T din întreaga țară precum și prin responsabilii cu presa din cercurile A S.I.T. — Instituțiile pot achita abonamentele pentru biblioteci și cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul Central A S.I.T. 071012 D O.C. — B.R.P.R. —Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual — Tarif pentru muncitori, tehnicieni și ingineri: lei 30 anual —Prețul unui exemplar: lei 5 **Tiparul:** întreprinderea Poligrafică Nr. 3 București.

E 2039

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 8 AUGUST 1958

SUMAR

I. Herescu: La a patrusprezecea aniversare a eliberării patriei 341

M. Rosenberg: Unele aspecte ale producţiei şi consumului de energie primară în Europa. Partea I: Producţia de energie primară 349

C. Guţu: Consideraţii privind reglajul tensiunii şi al vitezei generatoarelor sincrone de mică putere 355

N. Borza: Calculul suporţilor — portal de susţinere a liniilor electrice aeriene de 110 kV, ţinînd seama de rezistenţa conductoarelor de protecţie 360

P. Stegăroiu: Utilizarea energiei mareelor . . . 369

DISCUŢII

S. Marcu: Cîteva observaţii în legătură cu posibilitatea de simplificare a protecţiilor prin relee 373

Gh. Broşteanu: În legătură cu articolul „Cîteva observaţii în legătură cu posibilitatea de simplificare a protecţiilor prin relee" de ing. S. Marcu 374

ENERGETICA PESTE HOTARE

A. Mişu: Electrificarea Japoniei 376

DIN ACTIVITATEA A.S.I.T. 379

DOCUMENTARE 381

RECENZII 386

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 8
AUGUST

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
OBMEH - CBEPE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

La a patrusprezecea aniversare a eliberării patriei

LA 23 AUGUST 1944, în condițiile create de ofensiva glorioaselor armate sovietice care dădeau lovituri nimicitoare armatelor fasciste invadatoare, insurecția armată organizată și condusă cu eroism și dragoste de patrie de către Partidul Comunist Romîn a răsturnat dictatura militară antonesciană care tîrîse țara în odiosul război antisovietic și a deschis astfel poporului nostru calea luminoasă a independenței naționale, libertății și păcii.

Niciodată în istoria sa poporul romîn n-a fost în primejdie mai mare decît atunci cînd asupra sa s-a abătut furtuna fascismului. Actul de la 23 August, care a împrăștiat norii negri ce se adunaseră asupra țării noastre, a fost rezultatul luptei neobosite duse în condiții grele de Partidul Comunist Romîn pentru unirea tuturor forțelor patriotice într-un front larg de luptă antifascistă, pentru scoaterea Romîniei din războiul antisovietic și eliberarea țării de sub jugul ocupanților hitleriști.

Partidul Comunist Romîn a putut pregăti cu succes victoria de la 23 August 1944 și a putut întări continuu rolul său conducător în lupta împotriva războiului antisovietic și de eliberare a patriei, pentrucă lupta pentru o cauză dreaptă, pentru realizarea năzuințelor întregului popor muncitor.

Insurecția armată a marcat începutul revoluției populare și a trezit la luptă conștientă milioane de oameni ai muncii din țara noastră. Masele populare largi de la orașe și sate, în frunte cu clasa muncitoare, organizate și conduse de Partidul Comunist, au impus la 6 martie 1945, în luptă cu vechiul regim burghezo-moșieresc, primul guvern cu adevărat democratic, în care clasa muncitoare avea rolul conducător.

Puterea democrat-populară s-a consolidat în scurt timp prin înlăturarea monarhiei și naționalizarea principalelor mijloace de producție din industrie.

În acești ani, adînci prefaceri politice, economice, sociale, culturale au schimbat înfățișarea țării noastre și poziția ei în lume, situația și viața oamenilor muncii.

În anii regimului de democrație populară, poporul nostru muncitor condus de Partid a obținut succese hotărîtoare în construirea bazei economice a socialismului. Dintr-o țară agrară înapoiată, Romînia s-a transformat într-o țară cu o industrie dezvoltată și o agricultură în plin progres, în curs de transformare socialistă.

În acești ani au trebuit îndeplinite sarcini grele, în primul rînd pentru refacerea industriei distruse de război, apoi pentru înlăturarea înapoierii moștenite de la capitaliști și moșieri și în continuare pentru realizarea bazei construcției socialismului la noi în țară.

Urmînd exemplul și folosind experiența Uniunii Sovietice oamenii muncii din țara noastră au pornit cu convingere și avînt la muncă încordată pentru dezvoltarea armonioasă, pe baze noi, a economiei naționale, în cadrul planurilor de stat, cu accent deosebit pe dezvoltarea industriei grele, a bazei energetice și a electrificării țării.

Cu legitimă mîndrie putem în această zi de sărbătoare să trecem în revistă victoriile obținute în acești ani, să constatăm stadiul în care ne găsim și să ne gîndim asupra a ceea ce avem încă de făcut.

Volumul producției industriale a fost în anul 1957 de 4,2 ori mai mare decît în anul 1948; producția mijloacelor de producție s-a mărit în această perioadă de peste 5 ori, producția bunurilor de consum de aproape 3 ori și jumătate.

La 1 Martie 1958, sectorul socialist din agricultură reprezenta 52,4% din întreaga suprafață agricolă.

Naționalizarea întreprinderilor industriale, a băncilor și mijloacelor de transport în anul 1948 a creat condiții pentru un avînt deosebit în activitatea economică și industrială a țării, care s-a reflectat direct în sporul de energie consumată.

În anul 1957 producția globală în sectorul producerii energiei electrice și termice a fost de 7,4 ori mai mare decît cea din 1938; în industria cocso-chimică de 7,25 ori, extracția gazului metan a crescut de 15 ori, în ramura extracției minereurilor feroase producția a fost de 6 ori mai mare, în ramura construcțiilor de mașini și prelucrării metalelor de aproape 7 ori mai mare, în industria chimică de 6,7 ori, în ramura producției materialelor de construcții de 9,3 ori mai mare.

Orînduirea socialistă deschide perspective largi dezvoltării energetice. Proprietatea socialistă asupra mijloacelor de producție și dezvoltarea planificată a economiei, realizarea consecventă a reproducției lărgite și introducerea sistematică a tehnicii noi în toate ramurile de producție, și în cele producătoare de energie, dau socialismului superioritatea categorică asupra capitalismului și în ceea ce privește dezvoltarea bazei energetice corespunzătoare avîntului economiei.

Dezvoltarea industriei grele și a tuturor ramurilor economiei naționale pe baza unei tehnici avansate și creșterea continuă a productivității muncii sociale nu pot fi concepute fără dezvoltarea corespunzătoare și în avans a bazei energetice a țării.

Țara noastră dispune de importante rezerve de cele mai variate forme de energie primară: țiței, cărbuni, gaze naturale, lemn și mari resurse hidroenergetice. A fost necesară în primul rînd organizarea dezvoltării raționale și armonioase a tuturor resurselor energetice pe măsura creșterii cerințelor economiei naționale și a dezvoltării electrificării țării.

De asemenea a trebuit modificată progresiv structura consumului de combustibil din trecut pentru a o face corespunzătoare liniei de transformare a economiei, de industrializare socialistă, de mecanizare a agriculturii și de electrificare a țării.

În anul 1957 consumul de energie primară pe cap de locuitor în Republica Populară Romînă a fost de două ori mai mare decît cel din anul 1938 și nevoile de energie ale diferitelor ramuri ale economiei și ale populației sînt în continuă creștere.

Merită să fie amintite cîteva din elementele caracteristice ale structurii energetice din perioada regimului burghezo-moșieresc:

— În anul 1938, din totalul consumului de combustibil 26% îl constituiau lemnele de foc. Valorificarea neeconomică a masei lemnoase este ilustrată de faptul că în același an 60%

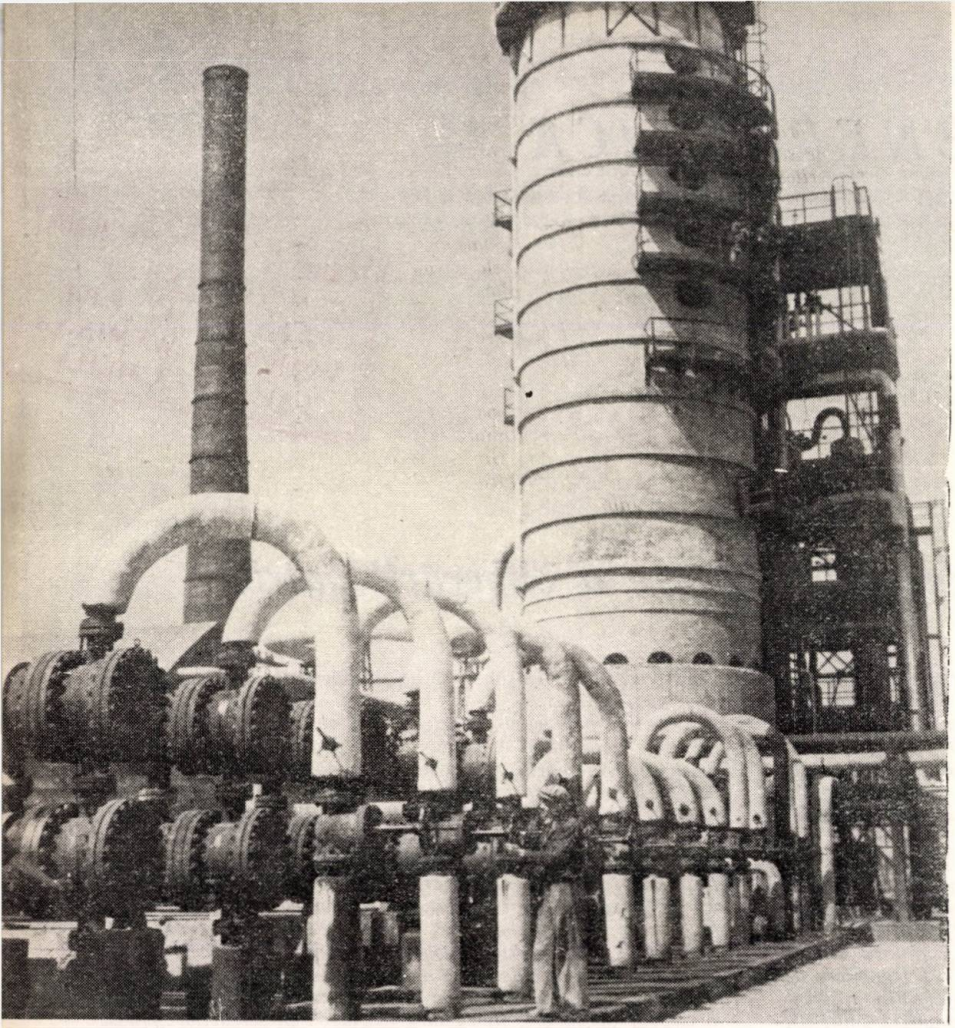


Fig. 1. **Instalație de distilare primară a țițeiului Rafinăria Borzești**

din producția forestieră era folosită drept combustibil și numai 40% din producție era industrializată.

— Deși avem rezerve importante de cărbuni, extracția lui a atins un nivel maxim de numai 3,2 mil. tone în anul 1927 și a scăzut apoi progresiv pînă în 1944. În trecut s-au exploatat în special cărbunii superiori — huilă și cărbuni cocsificabili — care erau folosiți însă în mod neeconomic drept combustibili în transporturi și în cîteva centrale termoelectrice. De notat că producția de lignit, care deține o pondere importantă în rezervele geologice cunoscute, era neînsemnată.

— Țițeiul a fost forma de energie primară spre care și-au îndreptat atenția în mod deosebit capitaliștii din țară și din străinătate. Interesele divergente ale capitalurilor străine au făcut însă ca după ce producția de țiței a atins un volum de 8,7 mil. tone în 1936, să scadă mereu pînă la 3,5 mil. tone în 1944, pe baza așa-zisei teorii „a declinului fatal" al rezervelor de țiței ale țării, teorie infirmală în anii puterii populare în care rezervele de țiței au crescut continuu, ca și producția, precum și volumul prelucrării în forme superioare a țițeiului.

În 1938 65% din producția petroliferă a țării lua calea exportului, în măsură mare chiar și sub forma de țiței brut neprelucrat, iar consumul intern de păcură, motorină și benzină se menținea la un nivel redus, din cauza înapoierii economice și industriale a țării.

— În balanța energetică dinaintea celui de al doilea război mondial gazul metan, din care avem de asemenea rezerve importante, deținea un rol secundar.

— Producția de energie electrică se realiza folosindu-se în deosebi produse petrolifere și cărbuni superiori.

În anii puterii populare importante fonduri și mijloace au fost îndreptate spre lărgirea bazei energetice necesare dezvoltării economiei naționale. În cursul primului plan cincinal aproape 22% din totalul fondurilor de investiții și aproximativ 36% din investițiile în industrie au fost destinate ramurilor producătoare de energie primară — combustibili. Au fost puse în valoare, pe baza dezvoltării cercetărilor geologice de prospectare și explorare, noi rezerve industriale de toate felurile de combustibili. Au fost dezvoltate noi regiuni petrolifere în Moldova, Muntenia și Oltenia și au fost date în exploatare noi rezerve de cărbune în Valea Jiului, Banat, Muntenia, Moldova, Oltenia și nord-vestul Ardealului.

Au fost lărgite capacitățile de producție existente și date în exploatare noi capacități de producție bazate pe o tehnică înaintată, pentru valorificarea rezervelor de energie primară. Au fost construite două noi rafinării la Dărmănești și Borzești și amplificate și modernizate vechile rafinării de petrol, așa încît astăzi se prelucrează în țară întreaga cantitate de țiței extras.

În anul 1957 producția de energie primară reprezenta mai mult de 29 mil. tone combustibil convențional, adică de 2 ori mai mult decît producția din anul 1937.

În anul 1957 producția de cărbuni a fost de 2,5 ori mai mare decît cea din 1938 (producția de lignit a fost de 9,35 ori mai mare decît cea din 1938); producția de țiței brut a fost de 1,7 ori mai mare decît cea din 1938; cea de gaze naturale de 3,35 ori decît cea din anul 1938 (cu mențiunea că extracția de gaz metan a fost de 15 ori mai mare decît cea din 1938); consumul de lemne de foc a scăzut în 1957 la 4,4 mil. tone, față de 6,6 mil. tone în 1938. Sporul de producție de energie primară a fost însoțit de îmbunătățirea structurii consumului de energie, prin sporirea producției acelor feluri de combustibili pentru care avem condiții bune naturale de extracție și care pot fi valorificați în condiții mai economice. Ponderea gazelor naturale în structura producției de energie primară a crescut de la 16,8% în 1938 la 30% în 1957, în timp ce ponderea lemnelor de foc a scăzut în aceeași perioadă de la 14,5% la 5% în 1957 din totalul consumului de energie primară.

A fost sporit în proporții importante volumul de cărbuni innobilați prin sortare, spălare, deshidratare și brichetare.

Dezvoltarea producției de țiței brut a fost însoțită de creșterea corespunzătoare a capacității de prelucrare și au fost create bazele pentru dezvoltarea în continuare a proceselor de valorificare superioară a derivatelor din țiței.

În ceea ce privește producția, transportul și distribuția energiei electrice am moștenit de la capitaliști o situație grea: numai 600 mii kW putere utilizabilă, fărîmițată în peste 600 de uzine mici, neinterconectate între ele și care nu produceau anual în medie decît 1,1 miliarde kWh.

Rețelele electrice erau puține și într-o stare rea de întreținere și exploatare.

Centralele foloseau combustibili superiori, în deosebi păcură, gaze și produse petrolifere, care asigurau capitaliștilor rentabilitate mare și rapidă, la investiții proporțional mici, în dauna economiei naționale.

Înaintea naționalizării 44% din producția de energie termoelectrică se realiza folosindu-se gaze naturale, 34% consumîndu-se păcură și produse petrolifere și 22% cu cărbuni. Din producția totală de energie electrică numai 8% se producea pe cale hidro.

Consumul specific de căldură în centralele electrice cu turbine de abur trecea de 0,850 kg combustibil convențional pe kWh produsă, adică se consuma de două ori mai multă căldură decît media ce se realiza pentru aceeași producție în centrale electrice cu utilaj modern, cu toate că se foloseau numai combustibili cu puteri calorifice superioare.

În anul 1950 centralele electrice lucrau fără rezerve la ora de vîrf de sarcină și în multe regiuni ale țării era nevoie să se facă restricții de consum, din cauza insuficienței puterilor instalate în uzinele electrice și a lipsei aproape totale a interconexiunilor prin linii de transport de energie.

În anii 1947—1952 industria noastră energetică a folosit aceste instalații îmbunătățind indicele lor de exploatare și reușind să realizeze de la an la an creșteri medii de producție de peste 15%.

În industria energiei electrice, prima sarcină importantă care a stat în fața muncitorilor, tehnicienilor și inginerilor a fost repunerea în funcțiune a instalațiilor distruse sau avariate în timpul războiului, pentru asigurarea alimentării cu energie electrică a industriei, celorlalte ramuri economice și populației. Producerea în anul 1950 a peste două miliarde kWh, de două ori mai mult decît cea mai mare producție anuală realizată în țara noastră înainte de cel de al doilea război mondial, cu aceleași instalații energetice, arată că electricienii și mecanicii din ramura producerii, transportului și distribuției energiei electrice au îndeplinit această sarcină, aducîndu-și astfel contribuția importantă la dezvoltarea activității economice în toate ramurile.

În electrificarea țării, de la 1884 cînd s-au realizat primele instalații electrice de iluminat electric în țara noastră și pînă acum, s-a parcurs un drum lung, din care ultimii 8 ani cu pași gigantici.

Conferința Națională a Partidului Comunist Romîn din anul 1945 înscrisese printre obiectivele principale de perspectivă națională electrificarea țării. Urmînd această linie, Planul de Electrificare a țării, adoptat în ședința plenară a Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn din 26 octombrie 1950, pentru o primă etapă de 10 ani, a creat baza energetică de care industria noastră avea nevoie pentru a-și asigura dezvoltarea.

Planul de electrificare a creat condițiile pentru dezvoltarea industriei noastre energetice și a făcut posibilă alimentarea cu energie a multor orașe și sate care nu cunoscuseră pînă atunci binefacerile pe care le aduce energia electrică. Prin el s-a asigurat și ridicarea nivelului de viață socială și economică în regiuni ale țării ținute în trecut într-o adevărată stare de înapoiere, ca Dobrogea, Oltenia și Moldova.

În cursul primului cincinal (1951—1955) puterea instalată în centralele electrice a crescut pînă la 1 220 000 kW și producția anuală de energie electrică a crescut de la 2,1 miliarde kWh în 1950 la 4,340 miliarde kWh în 1955, adică la aproape de 4 ori producția din anul 1938.

S-a realizat astfel pasul înainte al electrificării, necesar față de dezvoltarea celorlalte ramuri ale economiei naționale.

În cursul primului cincinal au intrat în funcțiune 20 centrale noi, dintre care principalele sînt cele de la: Ovidiu, Doicești, Comănești, Singiorgiul de Pădure, hidrocentrala Moroeni, hidrocentrala Crăinicel-Văliug.

Energia produsă anual pe căile hidraulică s-a dublat în 1955 față de anul 1950.

În cursul primului cincinal s-au pus bazele dezvoltării în domeniul termoficării industriale, unul din cele mai importante mijloace pentru valorificarea rațională a combustibililor și creșterea randamentului instalațiilor producătoare de energie termică și electrică.

S-a construit și s-a dat în exploatare centrala electrică de termoficare de la Borzești, care alimentează cu energie electrică și termică industria de prelucrare a țițeiului din Moldova și va alimenta cu energie termică și electrică industriile chimice care se dezvoltă în această regiune.

În cursul celui de al doilea cincinal s-au pus în funcțiune pînă acum: centrala termoelectrică de la Paroșeni, centrala hidroelectrică Sadu V — Sibiu centralele termoelectrice Ocna Mureș, Hunedoara, Dărmănești și altele și s-au mărit puterile instalate în centralele termoelectrice: Singiorgiu, Borzești, Doicești, Brăila, Craiova, Cîmpina, Oradea, Timișoara, Ovidiu, Bușteni ș. a.

În anul 1957 puterea instalată în centralele electrice a trecut de 1 440 000 kW, iar producția de energie electrică a sporit la peste 5,44 miliarde kWh.

Folosindu-se în mod rațional fondurile pentru dezvoltarea energeticii, în continuare vor fi amplificate centralele termoelectrice Paroșeni, Grozăvești, Borzești, Tîrnăveni, Florești și se vor construi centrale termoelectrice puternice de termoficare industrială în Ardeal, Muntenia și Oltenia valorificîndu-se cu randamente superioare, prin folosirea aburului de parametri înalți și foarte înalți, combustibili inferiori. Folosind experiența sovietică și în acest domeniu, în paralel cu dezvoltarea șantierelor de construcții de centrale hidroelectrice, pentru pregătirea condițiilor de asigurare cu energie electrică a dezvoltării economiei naționale în anii mai îndepărtați, cîștigăm timp, reducem termenele de construcție și obținem mai multă energie electrică cu cheltuieli mai mici, dezvoltînd producția de energie termoelectrică, folosind pe scară din ce în ce mai largă termoficarea industrială și folosind combustibili inferiori, pe cît mai mult posibil la locul lor de producție, sau cu cheltuieli de transport minime.

La sfîrșitul acestui cincinal va intra în funcțiune centrala hidroelectrică „V. I. Lenin" de la Bicaz cu o putere instalată finală de 210 mii kW, pe ale cărei șantiere ritmul de execuție a lucrărilor a intrat în faza maximă.

În centralele noastre sînt în funcțiune grupuri turbogeneratoare cu puteri unitare de 50 MW și se vor monta în anii următori și unități cu puteri unitare de 100 MW.

Se poate afirma neîndoielnic că sarcina din planul de electrificare elaborată în anul 1949—1950 de a atinge o producție

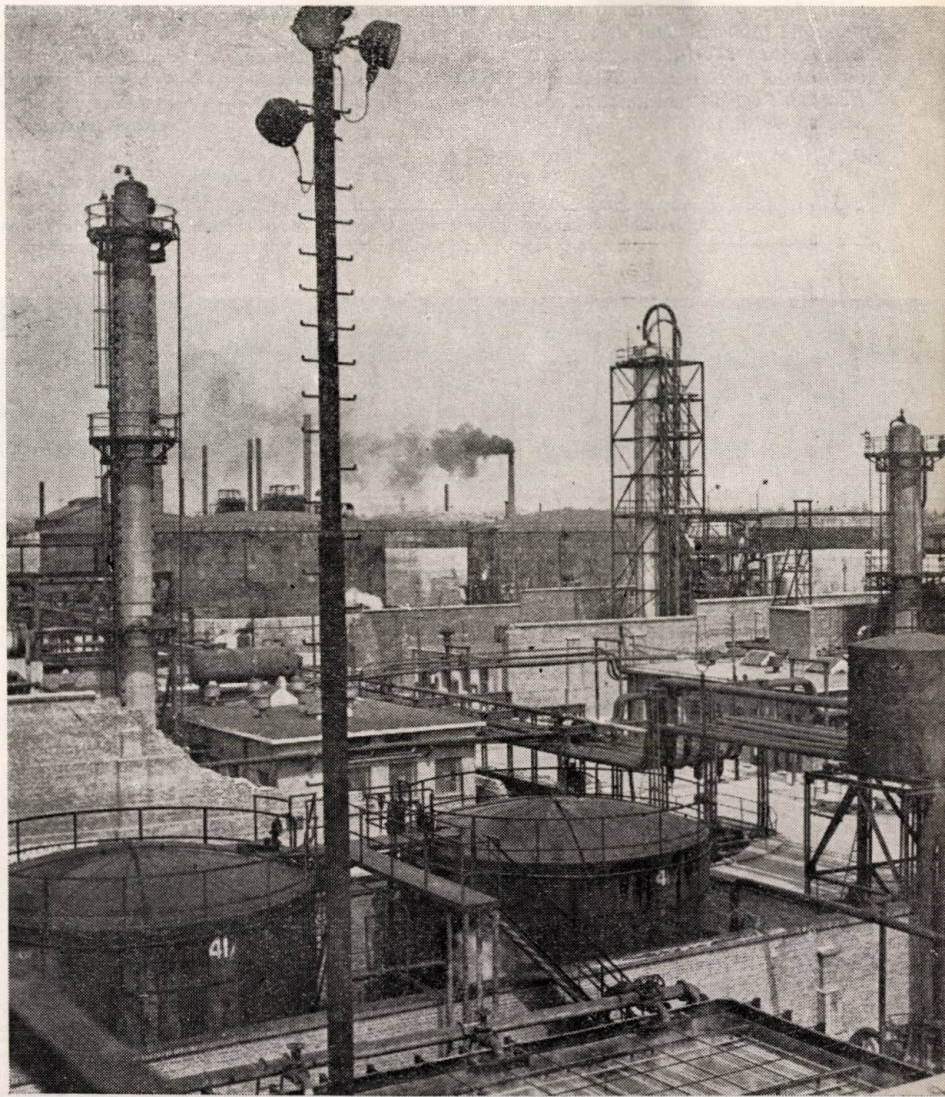


Fig. 2. Instalațiile de fracționarea gazolinei — Rafinăria Ploești.

de 7 miliarde kWh în anul 1960 va fi depășită, de vreme ce încă în anul 1958 se va realiza probabil o producție de peste 6 miliarde kWh.

Producția de energie electrică va ajunge în anul 1960 la 7,5 miliarde kWh, adică de aproape 3,6 ori mai mare decît aceea realizată în anul 1950.

Rețelele electrice prin care se transportă și se distribuie energia electrică întrec astăzi în țara noastră lungimea de 33 000 km, din care peste 6 000 km sînt în rețele subterane.

Față de aproximativ 1 300 km linii de transport de energie sub 110, 60 și 35 kV care existau în anul 1950, avem astăzi peste 5 600 km și pînă la finele primei etape de 10 ani a Planului de Electrificare a țării vom întrece lungimea de 7 700 km. Numai în anii 1951—1957 s-au construit de 7 ori mai multe linii de 110 kV decît existau în total în 1950.

Acum se construiesc anual în medie mai mult de 700 km linii de 110 și 35 kV și sînt în curs de proiectare liniile de interconexiune de 220 kV care vor forma barele naționale de foarte înaltă tensiune.

În primii doi ani ai celui de al doilea cincinal s-a desăvîrșit interconectarea marilor centrale termo și hidroelectrice în sistemul energetic național care cuprinde Muntenia, Ardealul Central și Ardealul de sud-vest. Au fost racordate la sistemul energetic instalațiile electrice din orașele: Galați, Brăila, Bacău, Cluj, Sibiu, Roman, Orașul Stalin, Timișoara, Iași. Pînă la finele cincinalului al doilea vor fi alimentate prin puternice linii de transport de energie și orașele Craiova, Baia Mare, Tulcea, Bîrlad, Suceava, Buzău, Oradea, Constanța ș. a.

Astăzi 75% din puterea centralelor electrice lucrează interconectat în sistemul de 110 kV, ceea ce dă posibilitatea unei folosiri mai economice a agregatelor instalate în centrale și o siguranță de exploatare mult sporită.

Directivele Congresului al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn stabilesc că în 1960 gradul de interconexiune al centralelor electrice trebuie să ajungă la procentul de 85% din puterea totală instalată, ținîndu-se seama și de toate puterile noi care intră în funcțiune în anii 1958—1960.

Progrese însemnate în electrificarea țării au fost obținute și în domeniul electrificării rurale și agricole. În anii puterii populare numărul total de sate electrificate a crescut de la 443 în 1945 la 2 200 în 1958, adică 14% din numărul total de sate sînt astăzi electrificate. Numai în ultimii 10 ani s-au electrificat de 4 ori atîtea sate cît a realizat regimul capitalist-moșieresc în 40 de ani.

În anii 1950—1957 au fost electrificate peste 800 unități agricole socialiste de stat și mai mult de 10% din numărul total de gospodării agricole colective.

Sursele de energie pentru acestea au fost realizate în proporție de aproximativ 30% prin racorduri la rețele de înaltă tensiune și cca. 70% folosindu-se grupuri electrogene de 25 și 50 CP în microcentrale. În perioadele de treer din ultimii ani a fost asigurată acționarea electrică a cca. 900 batoze pe 700 arii electrificate.

S-au construit în acești ani 425 microcentrale termoelectrice și mai mult de 80 microcentrale hidroelectrice, totalizînd o putere instalată mai mare de 25 mii kW.

Consumul de energie electrică în mediul rural și pentru scopuri agricole a ajuns în anul 1957 la cca. 65 mil. kWh, din care mai mult de 40 mil. kWh se consumă în unitățile agricole socialiste de stat.

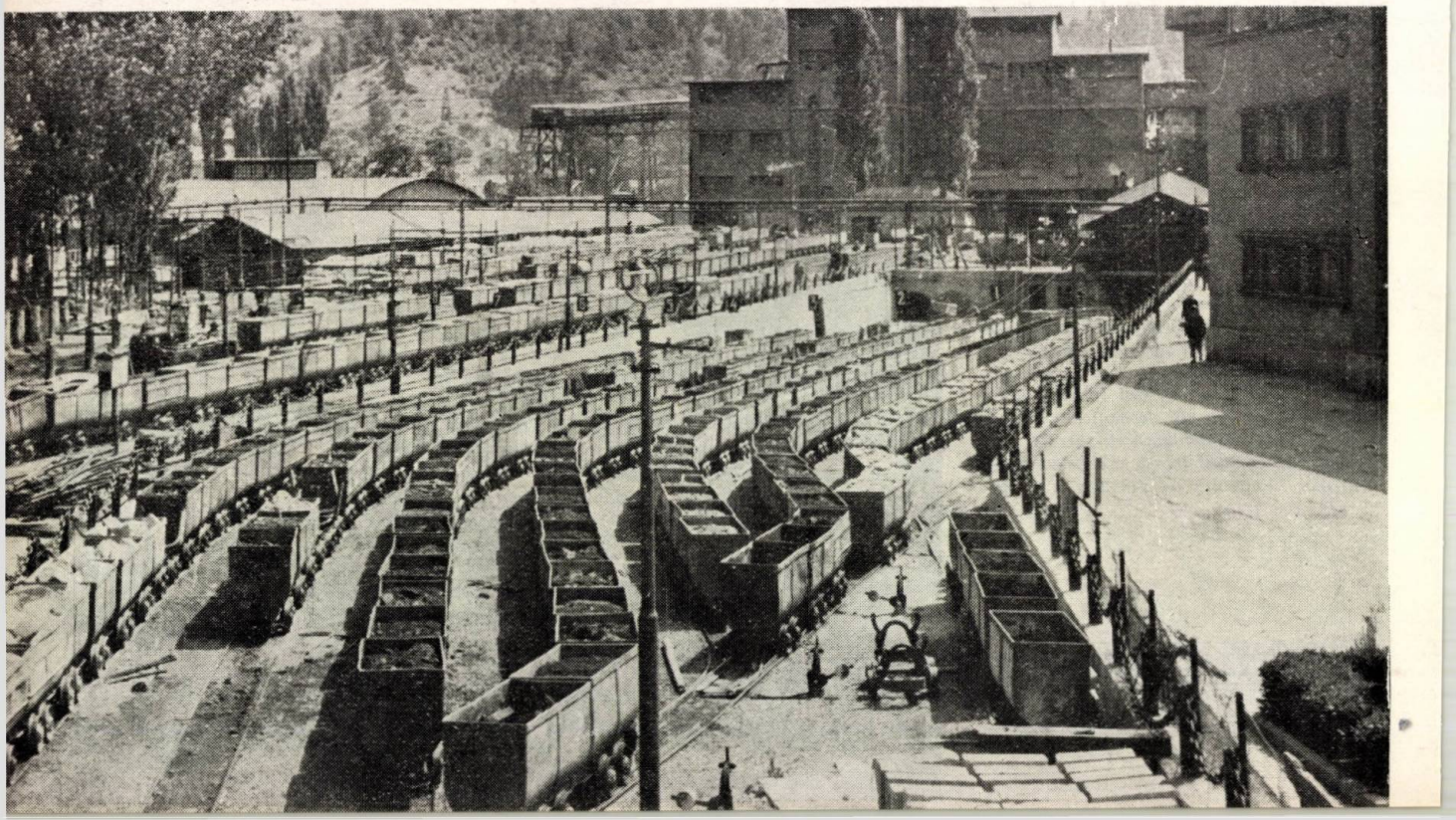
Pentru alimentarea cu energie electrică a consumatorilor din mediul rural și din agricultură s-au construit în ultimii 8 ani mai mult de 500 km linii de 35 kV, peste 6 000 km linii de 6 și 15 kV, peste 4 500 km linii de joasă tensiune și aproximativ 2 100 posturi de transformare care totalizează o putere instalată de 87 000 kVA.

Industria noastră constructoare de mașini a asimilat fabricarea unui număr important de echipamente, utilaje și materiale energetice și electrotehnice pentru electrificarea rurală și agricolă.

Cu toate aceste realizări, ținînd seama de ritmul rapid al transformării socialiste a agriculturii și de faptul că există în prezent regiuni și raioane complet colectivizate sau cooperativizate, ceea ce creează condițiile necesare pentru folosirea largă a energiei electrice în mediul rural, trebuie constatat că electrificarea rurală marchează o rămînere în urmă, care trebuie recuperată cît mai neîntîrziat. Recenta Hotărîre a Consiliului de Miniștri care stabilește măsurile de luat pentru intensificarea acțiunii de electrificare rurală și agricolă trebuie să constituie baza muncii Sfaturilor Populare regionale, raionale și comunale a căror activitate în acest domeniu lasă încă de dorit. Întreprinderile regionale de electricitate tutelate de Ministerul Industriei Grele—Departamentul Energiei Electrice trebuie să desfășoare toate posibilitățile lor tehnice și organizatorice pentru a ajuta Sfaturile Populare Regionale în realizarea acestor măsuri de importanță deosebită pentru ridicarea standardului de viață social, economic și cultural în mediul rural.

Electrificarea țării a însemnat creșterea în acești ani a puterii instalate pe cap de locuitor de aproape 3 ori și a producției anuale de energie electrică pe cap de locuitor de 4 ori.

Fig. 3. **Instalația de preparare (spălătoria) Lupeni — pentru cărbuni de Valea Jiului (circuitul de la suprafață).**



Consumul de energie electrică pe muncitor industrial a crescut, datorită mecanizării proceselor de producție și ridicării nivelului tehnic și al electrificării proceselor de producție, de la 2 100 kWh în 1950 la peste 3 625 kWh în 1957.

În anul 1965 este prevăzut să se realizeze o producție de energie electrică pe cap de locuitor de 10 ori mai mare decît cea din anul 1938.

Un pas mare a fost făcut în ceea ce privește ridicarea nivelului tehnic al construcțiilor și exploatării instalațiilor electroenergetice, prevenirea avariilor și modernizarea instalațiilor învechite. Obiectivele principale înscrise în planul de electrificare a țării:

— folosirea din ce în ce în mai mare măsură și cu randamente mai bune a combustibililor inferiori;

— construirea de centrale electrice puternice, așa ca puterea instalată să fie concentrată în puncte puține, dar interconectate între ele prin linii de transport de înaltă tensiune, și

— folosirea în mai mare măsură a potențialului hidroenergetic al țării,

se realizează progresiv, asigurîndu-se baze solide dezvoltării viitoare a energeticii în țara noastră.

Inginerii, tehnicienii și muncitorii din sectorul energiei electrice trebuie să fie în permanență preocupați de problema scăderii numărului de avarii în sistemele energetice și de îmbunătățirea continuă a condițiilor în care alimentează cu energie electrică pe consumatori.

În centralele și sistemele electroenergetice s-a introdus pe scară largă autosincronizarea și excitația forțată a grupurilor generatoare, reanclanșarea automată rapidă a liniilor și anclanșarea automată a rezervelor, în cazuri de avarii; pentru sporirea puterilor utilizabile și deci micșorarea puterilor indisponibile se aplică metode și mijloace noi care conduc la scurtarea timpilor de execuție a reparațiilor capitale și la lungirea intervalelor programate între reparații.

Telecomenzile și telemăsurile capătă un cîmp din ce în ce mai mare de dezvoltare sporindu-se astfel și siguranța exploatării instalațiilor. Recent s-au realizat și dat în funcțiune instalații de comandă de la distanță a unor stații de transformare care lucrează acum fără personal de exploatare.

Au fost create și s-au dezvoltat organizații de proiectare, de construcții și de montaje energetice care au crescut și s-au întărit în mers, realizînd sarcinile înscrise în Planul de Electrificare a țării. La Congresul al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn raportul Comitetului Central aprecia că sectorul industriei energetice este în situația de a putea executa într-un ritm rapid importante și grele lucrări de construcții de centrale hidroelectrice și termoelectrice, stații de transformare și linii electrice de transport.

Realizarea planului de electrificare și dezvoltarea diferitelor ramuri industriale au impus crearea unei industrii tehnico-materiale pentru proiectarea și fabricarea utilajelor, produselor și a materialelor electrotehnice necesare și care înainte se importau. Industria electrotehnică națională, care a pornit aproape de la nimic în anul 1948, a devenit o ramură puternică a industriei grele, care asigură dotarea întreprinderilor industriale cu transformatoare de putere, mașini electrice rotative și utilaje specifice.

Astăzi industria electrotehnică produce tot aparatajul de joasă și medie tensiune de care avem nevoie, precum și echipamentul de 110 kV necesar lucrărilor de investiții capitale prevăzute în planurile anuale de stat. În curînd va asimila producția aparatajului necesar construcțiilor de linii și stații de 220 kV. În producția de cabluri de forță, transformatoare de forță de toate puterile și tensiunile pînă la 20 000 kVA și 110 kV,

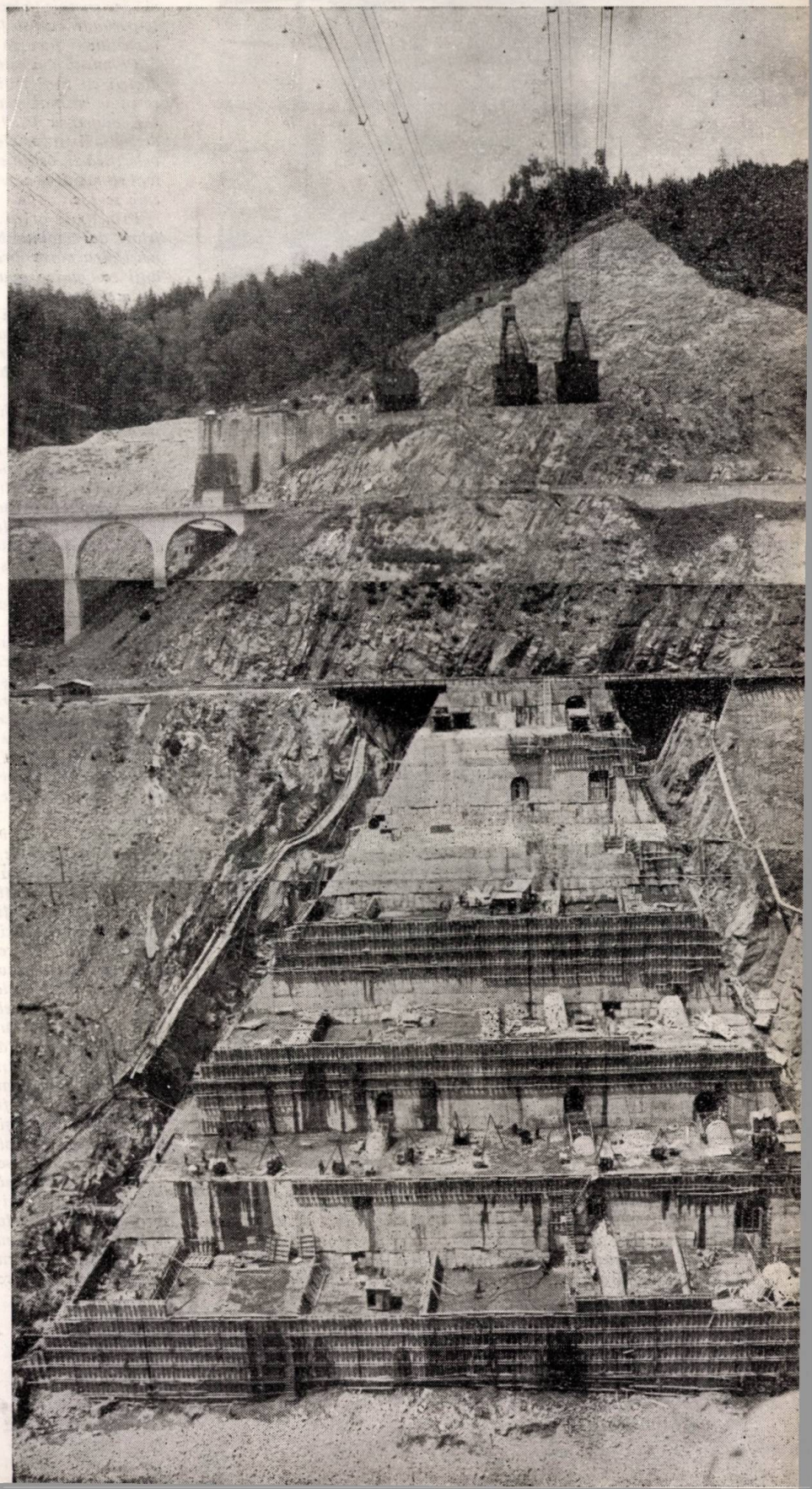


Fig. 4. Șantierul barajului hidrocentralei „V. I. LENIN" — Bicaz — (vedere spre malul stîng)

echipamente electrice pentru tracțiune și industria extractivă, minieră și petroliferă, pentru fabricile de ciment și pentru electrificarea agriculturii, ca și în producția de echipamente pentru telecomunicații, aparate de radio, aparate de uz casnic, electronică, aparataj pentru telecomenzi și protecție electrică,

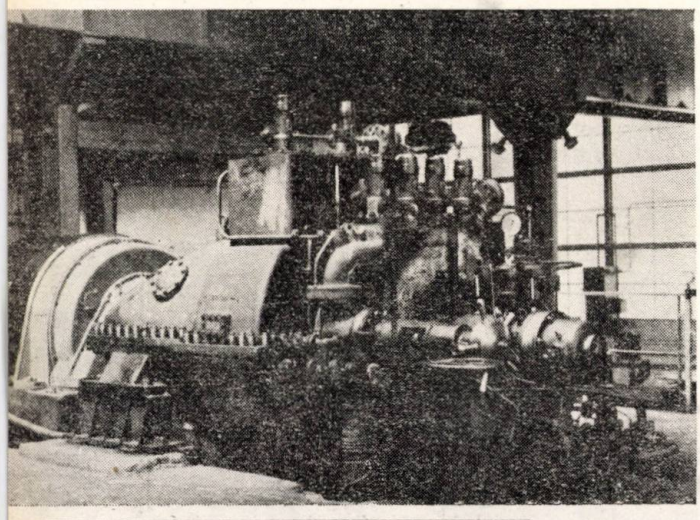


Fig. 5. **Turbogeneratorul Reșița de 3000 kW.**

industria noastră electrotehnică a obținut succese importante pe care oamenii muncii din țara noastră le privesc cu îndreptățită mîndrie.

Ca urmare a îmbunătățirii productivității muncii și a indicilor tehnico-economici în producerea și transportul energiei electrice, aplicînd în instalații metode și mijloace pe care tehni-

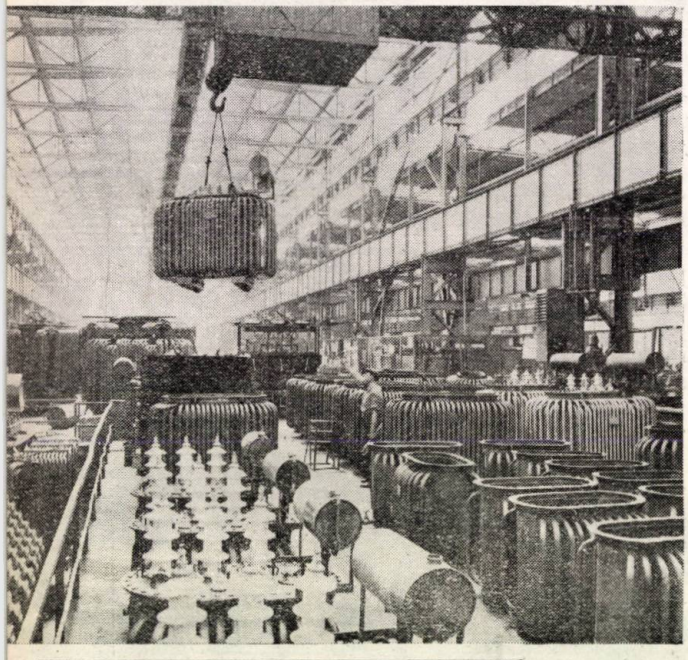


Fig. 6. **Secția de fabricare a transformatoarelor de putere — I. S. „Electroputere" — Craiova.**

cienii sovietici ni le-au pus la dispoziție în această primă perioadă de dezvoltare a industriei noastre energetice, prețul de cost al energiei electrice produse a fost redus progresiv, ajungîndu-se în anul 1957 la o scădere de peste 25% a prețului de cost mediu realizat în anul 1950.

Toate aceste succese n-ar fi fost posibile fără ajutorul multilateral dat de Uniunea Republicilor Socialiste Sovietice, care în acești ani ne-a pus la dispoziție echipamente și utilaje pentru toate centralele mari termo și hidroelectrice construite, utilaje pentru mecanizarea lucrărilor pe șantierele de construcții, documentații tehnice, specialiști care au lucrat pentru instalarea noilor centrale și pentru specializarea tehnică profesională a cadrelor noastre de muncitori și tehnicieni.

•

Dezvoltarea producției industriale, a transporturilor și construcțiilor determină creșterea continuă a nevoilor de combustibili și de energie electrică. Dezvoltarea producției agricole cere importante cantități de îngrășăminte chimice, iar mecanizarea agriculturii face să sporească consumul, de combustibili.

Pe măsura creșterii consumului, problema folosirii și gospodăririi cît mai raționale și cu mai mare eficacitate a energiei se pune cu mai mare intensitate.

Conducerea Partidului și Statului acordă o atenție deosebită dezvoltării industriei extractive și electrificării și în același timp valorificării optime a resurselor noastre energetice, pe căile cele mai economice, care asigură un maxim de eficacitate investițiilor care se fac.

Principala grijă se acordă pentru dezvoltarea extracției acelor feluri de combustibili din care avem rezerve industriale mai mari și a căror producție se poate dezvolta repede și în condiții economice avantajoase.

Gazele naturale, țițeiul și lemnul trebuie să se valorifice industrial din ce în ce în mai mare măsură pe trepte mai superioare, pentru a se obține produse de valoare mai mare.

Directivele Congresului al II-lea al Partidului Muncitoresc Romîn din decembrie 1955 stabilesc liniile directoare pentru o dezvoltare într-un ritm accentuat a industriei grele, electrificării țării, industriei chimice și în deosebi a petrochimiei. Gazele naturale și țițeiul vor fi din ce în ce în mai mare măsură valorificate prin prelucrări chimice pe trepte superioare. Sporirea producției de gaz metan și în special a capacităților de transport prin conducte constituie un obiectiv de seamă al celui de al II-lea plan cincinal. Pînă în anul 1960 se va realiza extinderea cu cca. 2 000 km conducte noi de gaze rețeaua existentă, iar gazele de sondă extrase anual vor fi folosite în proporție de 95%.

Conductele magistrale de gaz metan, dintre care unele sînt în curs de realizare, se îndreaptă spre cele patru puncte cardinale ale țării, pentru a alimenta din zăcămintele din centrul Ardealului industria care se dezvoltă în regiunile Hunedoara, Reșița, centrul Moldovei, nordul Ardealului, precum și pentru a se acoperi nevoile încălzitului casnic al centrelor importante și orașelor, între care și Capitala țării. În Oltenia colectarea gazelor de sondă excedentare și transportarea lor la locurile de consum se realizează prin conducte care vor asigura și îmbunătățirea alimentării cu gaze a Bucureștiului.

Pentru a se stabili rezervele reale de energie primară și a se descoperi noi rezerve se acordă o atenție mare lucrărilor de explorare și prospectare, de cercetare geologică, pe baza tehnicii moderne.

Producția de cărbuni trebuie să crească în asemenea proporții încît să se asigure prin livrarea unor cantități sporite de cărbuni satisfacerea într-o măsură tot mai mare a nevoilor de cărbuni cocsificabili, ca și a nevoilor pentru încălzire. Trebuie să se acorde o atenție din ce în ce mai mare dezvoltării exploatărilor de lignit la zi, care cer cheltuieli de investiții și de exploatare evident mai reduse decît pentru extracția cărbunilor din subteran, ca și dezvoltării extracției cărbunilor în regiunile în care condițiile geologice conduc la cheltuieli de investiții cît mai mici. Îndeosebi în Oltenia dezvoltarea extracției de lignit în scopul valorificării acestuia în centrale de termoficare pentru producție combinată de abur și energie electrică se va asigura prin lucrări care sînt în curs.

Consumul de lemne de foc în industrie și pentru încălzitul casnic trebuie să fie înlocuit treptat prin consum de gaze și cărbuni innobilați și prelucrați în forme care-i fac ușor de folosit în cămine și în instalații mici industriale în care este nevoie de abur pentru procesele tehnologice și pentru încălzire. Pe toate căile este necesar să se lucreze pentru extinderea folosirii economice a lignitului, în toate formele în care tehnica modernă permite utilizarea lui cu randamente cît mai ridicate, în scopul înlocuirii altor combustibili superiori care pot fi valorificați cu eficiență mai mare prin chimizare, deoarece țara noastră dispune de bogate rezerve de lignit.

Fig. 7. **Produse gata de expediție din I. S. „Clement Gotwaldt" — București**

Instalațiile industriale destinate să îmbunătățească utilizarea lignitului drept combustibil, care trebuie să se realizeze în țară, progresează într-un ritm încă nesatisfăcător. Tărăgăneala în realizarea unor instalații de ardere a lignitului, cu randamente superioare și cu deplină siguranță în exploatare, face ca multe întreprinderi prevăzute a consuma lignit să continuie să folosească drept combustibil păcura și gazele naturale.

În ceea ce privește modul în care se folosesc combustibilii este necesar să ne reamintim că din totalul energiei primare care se extrage din pământ, în diferite formă, și care este folosită drept combustibil, omul folosește cu efecte utile numai 25—30%, restul fiind energie care se pierde, în general sub formă de căldură, în atmosferă. Dacă stadiul actual al dezvoltării tehnicii permite obținerea numai a unui asemenea randament global, ne dăm seama ușor că este nevoie să se acționeze pe toate căile pe de o parte pentru a se înlătura risipa și în ceea ce privește folosirea energiei, iar pe de alta pentru a se ridica randamentele instalațiilor folosindu-se toate posibilitățile pe care tehnica ni le pune la îndemînă.

Trebuie să reamintim că randamentele medii care se realizează astăzi în folosirea cărbunilor de exemplu sînt de ordinul 6—10% în transporturi, 40—45% în industrie și în folosințele menajere; în utilizarea combustibililor lichizi se obțin randamente de aproximativ 25—28% în transporturi, 30—40% în industrie și cel mult 60% în instalațiile de încălzire; în folosirea gazelor naturale nu se întrece randamentul termic mediu de 60% în industrie și în utilizările casnice; randamentul net global al centralelor termoelectrice cu turbine de condensație nu trece de 30% și al celor de termoficare de 50%, iar energia electrică se folosește cu randamente de aproximativ 45% în utilizările casnice și numai 80% în transporturi și în industrii; există încă cuptoare industriale și cazane de debite și presiuni mici care funcționează cu randamente termice globale de 5—15%. Ne dăm seama ce imense cantități de căldură se pierd anual prin gazele de evacuare din diferitele instalații și prin radiații, și ce cîmp vast de activitate pasionantă așteaptă soluții prin punerea în valoare a ingeniozității și capacității profesionale a tehnicienilor noștri, a muncitorilor și inginerilor, care trebuie să se concentreze pe problema îmbunătățirii continue a randamentelor instalațiilor termice și micșorării pierderilor de energie de toate felurile.

Mai mult de 5% din totalul consumului de energie actual în țara noastră este apreciat, pe baza unor calcule aproximative, în sensul că procentul poate fi și mai mare, că acoperă pierderi din instalații defectuos întreținute sau necorespunzător conduse din punctul de vedere al exploatării lor.

Pentru a ne putea da seama mai bine de însemnătatea problemei care se pune din ce în ce cu mai mare ascuțime este suficient să cunoaștem că reducerea cu numai 1% a consumurilor de combustibili într-un an înseamnă economisirea unei cantități de combustibil necesare pentru producerea a 250 mil. kWh energie electrică, sau a 600 mii tone de oțel, sau a 700 mii tone de ciment, sau pentru încălzirea a 300 000 încăperi de locuit timp de un an, sau pentru funcționarea totală a transporturilor pe calea ferată timp de 30 de zile.

O luptă perseverentă și continuă trebuie dusă pe de o parte pentru raționalizarea și normarea consumurilor de energie, pentru reducerea consumurilor specifice de energie electrică, termică și de combustibili, iar pe de altă parte pentru reducerea pierderilor de apă, apă caldă, abur, aer comprimat, energie electrică, care toate se traduc practic prin consumuri suplimentare de combustibil. Risipa trebuie în primul rînd stîrpită, și pentru aceasta nu se cere tehnică înaltă ci dezvoltarea simțului gospodăresc și a grijii pentru economie, pentru ca în continuare să se aplice mijloacele pe care tehnica modernă ni le pune la îndemînă în scopul reducerii consumurilor de energie primară și secundară în toate instalațiile.

Numai prin întreținerea normală a izolațiilor în instalațiile termice, sau aplicarea potrivită a unor izolații termice în instalațiile defectuos concepute din acest punct de vedere, se pot realiza ușor economii apreciabile de combustibili, care pot ajunge pînă la 3—4% din consumul total anual.

Prin folosirea de instalații de recuperare a căldurii conținute în mari cantități în gazele de evacuare la coș și introducerea în instalațiile existente a regeneratoarelor și circuitelor intermediare de regenerare și de preîncălzire a apei de alimentare a cazanelor și a aerului de combustiune se pot obține creșteri mari ale randamentelor instalațiilor.

Prin folosirea practică a cunoștințelor tehnice și a progresului științei și tehnicii, prin aplicarea în concret a cunoștințelor teoretice și introducerea de: automatizări în procesele de reglare a arderii combustibililor în focarele cazanelor și de alimentare cu apă a cazanelor, supraalimentare forțată cu aer a motoarelor cu combustiune internă; turbine mici funcționînd cu gazele calde de evacuare, sau cu aer cald, prin folosirea acestor gaze sau a aerului încălzit prin schimbătoare de căldură și recuperatoare de căldură în circuite de folosință secundară, prin folosirea apei calde care se evacuează din diferitele instalații de

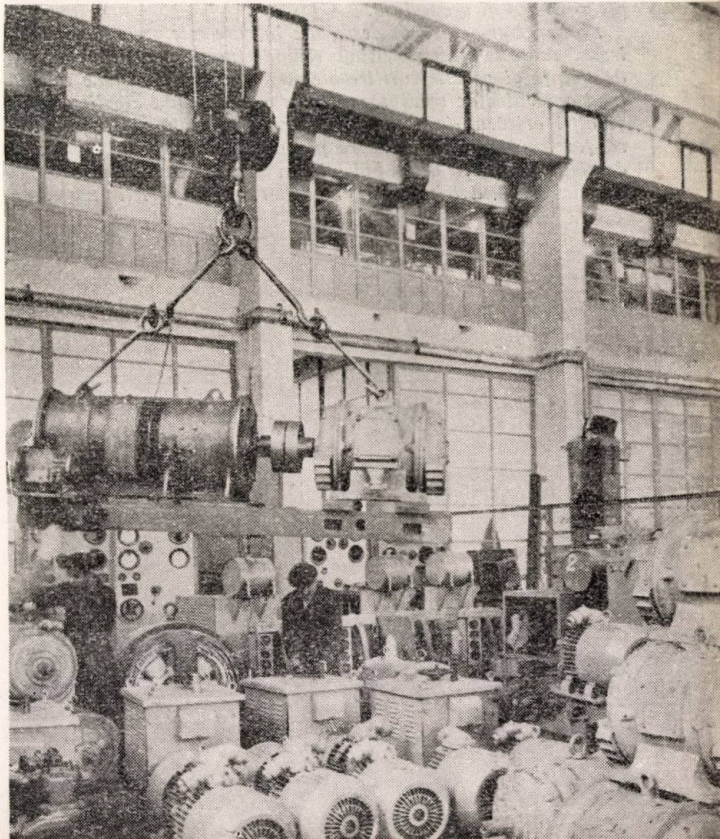


Fig. 8. **Secția de montaj a I. S. „Electroputere" Craiova — fabricația de grupuri electrogene**

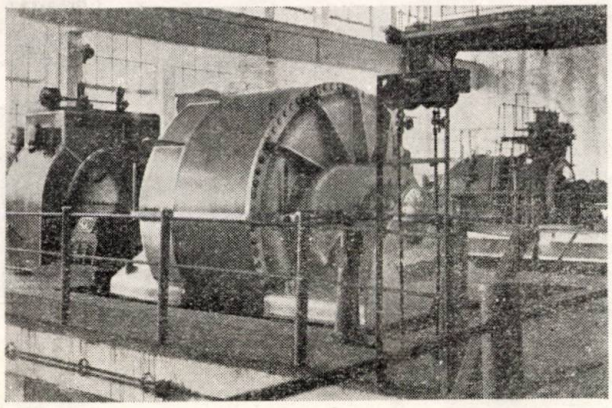


Fig. 9. **Turbosuflanta de 1 500 kW fabricată în R. P. R.**

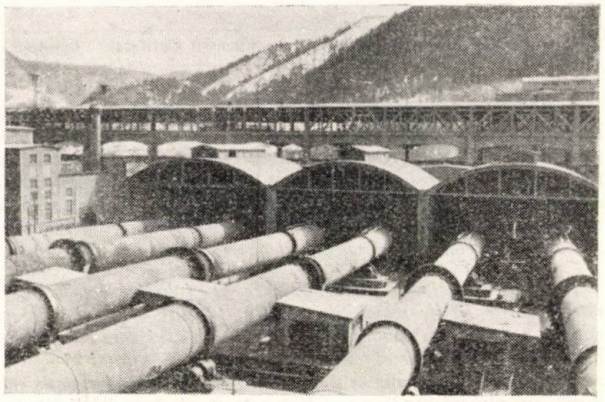


Fig. 10. **Linii de ciment fabricate în R.P.R. Fabrica de ciment „Congresul al XIX-lea — Bicaz.**

răcire pentru încălziri în timpul iernii a locuințelor, a clădirilor industriale și administrative și în deosebi a serelor pentru producții agricole și horticole de iarnă, se pot obține îmbunătățiri substanțiale ale randamentelor instalațiilor, ale puterilor instalate, însoțite concomitent de însemnate reduceri ale prețului de cost al produselor.

Se pot realiza minunate lucruri folosindu-se căldura conținută în gazele de evacuare din diferitele instalații și în apa caldă care se evacuează din instalațiile de răcire; este nevoie de inițiativă și spirit practic aplicat din partea tehnicienilor, în deosebi a termotehnicienilor, pentru ca reducerea consumurilor de energie în instalațiile existente să fie progresivă și reală.

Prin măsurile stabilite de Conducerea Partidului și Guvernului în ceea ce privește amplasarea unităților mari industriale care se realizează în țara noastră și aplicarea de măsuri tehnice moderne pentru utilizarea complexă a combustibililor pentru producerea combinată de abur și energie electrică în centrale puternice de termoficare, se vor realiza economii mari în consumul de combustibili, creșterea productivității muncii și a eficacității investițiilor, precum și reduceri importante în prețurile de cost ale producției.

Toate măsurile cu caracter organizatoric și tehnico-economic care se iau la nivel înalt, cu caracter republican, și care sînt destinate să conducă la dezvoltarea ramurilor industriei producătoare de energie și la orientarea politicii energetice în sensul obținerii unor efecte maxime cu minimum de efort și de costuri de investiții, trebuie să fie dublate de hotărîrea oamenilor muncii din țara noastră de a lupta pe toate căile pentru economisirea energiei și pentru folosirea rațională a tuturor formelor de energie primară și secundară.

Sîntem într-o fază de dezvoltare în care este greu să se stabilească unde se sfîrșește știința și unde începe practica. Oamenii de știință și practicienii trebuie să-și unească eforturile într-un mod armonios de colaborare pentru ca, acordînd atenție și unii și alții oricărui fapt nou descoperit în știință și în practică, să fie înlăturate dificultățile pe care le întîmpină tehnica în dezvoltarea ei. Nu se va putea lupta cu eficacitate contra risipei de energie dacă tehnicienii, muncitorii și inginerii noștri nu vor căuta să-și îmbunătățească continuu cunoștințele teoretice de mecanică, fizică și chimie, ținîndu-se în curent cu tehnica nouă și aplicînd la locurile lor de muncă experiența practică îmbinată cu metodele de precizie ale muncii științifice.

Trebuie promovată, într-un spirit larg de colaborare, înțelegerea reciprocă între producătorii și consumatorii de energie de toate felurile, avîndu-se la bază aceeași idee: obținerea unui efect maxim cu minimum de consum de energie.

Nu trebuie uitat nici un moment că, în condițiile actuale ale energeticii noastre, valabile încă și în următorii 5—6 ani, și pînă în anumite limite, de care sîntem încă foarte departe, fiecare kg de combustibil convențional economisit, folosindu-se tehnica nouă și spirit gospodăresc în întreținerea și exploatarea instalațiilor existente, necesită cheltuieli cu mult mai mici decît cele necesare pentru producerea unui kg de combustibil convențional energie primară extras din pămînt și adus în consum.

Sîntem în plin efort pentru dezvoltarea mijloacelor noastre de producție, în scopul realizării creșterii continue a nivelului de trai al oamenilor muncii.

Elaborarea planurilor de perspectivă, care este în curs, poate și trebuie să constituie cadrul primei acțiuni de mare amploare pentru coordonarea dezvoltării la un nivel superior a gospodăriei noastre energetice.

Avem datoria să contribuim cu toate cunoștințele și posibilitățile noastre, fiecare la locul său de muncă, la creșterea productivității muncii omului și mașinii. În această ordine de idei trebuie să fie bine lămurit pentru fiecare din noi că imperativul etapei actuale este economisirea la maximum a tuturor formelor de energie, valorificarea superioară prin prelucrarea combustibililor lichizi și gazoși și creșterea cantităților de produse pe fiecare unitate de energie consumată.

Să îndreptăm toată munca noastră spre țelul suprem, acela de a face ca toate realizările științei și tehnicii să fie puse în serviciul poporului nostru, pentru creșterea puterii statului nostru iubitor de pace.

ING. I. HERESCU
Directorul Energiei din Comitetul de Stat al Planificării

621.311.1(4)

Unele aspecte ale producţiei şi consumului de energie primară în Europa*)

1. Producţia de energie primară

MARTIN ROSENBERG — Bucureşti

Se analizează unele aspecte ale producţiei şi consumului de energie primară în Europa, precum şi balanţa energetică pe anii 1948 — 1956 şi evoluţia probabilă a acesteia în Europa în viitorii 20 de ani.

Prima parte a lucrării cuprinde diferitele aspecte ale producţiei de energie primară-dinamică, structură, producţii specifice etc, în Europa, pe ţări şi global, în perioada 1948—1956.

Dezvoltarea economică a ţărilor este direct condiţionată — între altele — şi de existenţa unor surse exploatabile de energie primară: combustibili clasici fosili, energie hidraulică, geotermică sau de altă natură.

Existenţa unor surse abundente de energie, uşor şi economic exploatabile, constituie o premisă favorabilă pentru dezvoltarea rapidă a economiei şi industriei ţării respective; absenţa unor resurse energetice suficiente sau de calitate satisfăcătoare poate provoca greutăţi serioase sau uneori chiar frîna dezvoltarea acestora. De aici rezultă că în analiza dezvoltării economice a ţării trebuie să se ţină seama de situaţia şi potenţialul ei energetic.

Totodată, avînd în vedere că în prezent, alături de diferite mărfuri, energia constituie şi ea un larg produs de schimb, este necesar ca la analiza situaţiei energetice a unei ţări să se ia în considerare şi aspectele energetice ale unităţii economico-geografice, ale regiunii mai mari sau chiar ale întregului continent din care face parte ţara respectivă.

Prezenta lucrare, analizînd unele aspecte ale producţiei şi consumului de energie în Europa, urmăreşte să contureze cadrul pentru analiza mai profundă a gospodăririi resurselor energetice primare în Republica Populară Romînă.

1. Unele aspecte ale producţiei de energie primară

În ansamblul producţiei de resurse energetice primare din Europa, producţia resurselor „clasice", adică a combustibililor naturali fosili şi a resurselor hidroenergetice, constituie majoritatea covîrşitoare, peste 90% din total. Energia solară, eoliană şi nucleară, importante prin perspectivele lor de dezvoltare şi prin ponderea ce o vor avea în viitor, reprezintă în prezent doar o fracţiune de procent. De aceea, în lucrarea de faţă, la analiza situaţiei energetice actuale a Europei, s-a ţinut seama numai de totalul resurselor energetice primare „clasice". Turba, lemnul de foc şi alţi combustibili vegetali locali n-au putut fi incluşi în analiză, din lipsa unor date suficiente.

Pentru transformarea diferitelor resurse energetice în combustibil convenţional (una tonă combustibil convenţional = 1 tcc = 7.10^6 kcal) se vor folosi în capitolele ce urmează — atît în ceea ce priveşte producţia, cît şi consumul de energie — coeficienţii de transformare indicaţi în statisticile O. N. U. [1] şi prezentaţi în tabela 1.

Tabela 1

Coeficientul de transformare în combustibil convenţional

Sursa de energie	Coeficient de transformare t/t
Huilă şi antracit	1,00
Cărbune brun (incl. lignit)	
— din C. S. R., Franţa, R. P. U.	0,60
— din Austria	0,50
— din R. F. G., Olanda, R. P. P.	0,30
— din alte ţări	0,33
Cocs	0,90
Brichete de cărbune	
— din huilă şi antracit	1,00
— din cărbune brun	0,67
Ţiţei brut	1,30
Motorină, lampant	1,50
Gaz natural (1000 m^3)	1,33
Energie electrică (1000 kWh)	
— în perioada 1937—1945	0,70
— în perioada 1946—1956	0,60

Este evident că marea varietate de combustibili naturali şi artificiali — îndeosebi la cei solizi — ar fi putut reclama o diferenţiere şi mai avansată a acestora, pe tipuri şi pe ţări. Totuşi, pentru analiza de ansamblu urmărită în lucrarea de faţă, gruparea mai compactă a diferitelor tipuri asemănătoare de combustibil permite conturarea mai clară a diferitelor tendinţe generale, fără a se dăuna preciziunii necesare.

1.1. *Producţia de energie primară în Europa*

În ansamblul producţiei mondiale de energie, Europa reprezintă un factor deosebit de important. Astfel, în anul 1953, din producţia mondială globală de combustibili clasici şi de energie

*) Prezentul studiu a fost întocmit în cadrul Secţiei de Energetică Generală din Institutul de Energetică al Academiei R. P. R.

Inginer M. Rosenberg este şeful Sectorului de resurse termoenergetice din cadrul Institutului de Energetică al Academiei R. P. R.

hidraulică de circa 3 319 milioane tone combustibil convențional [2], producția de resurse energetice primare clasice în Europa — inclusiv U. R. S. S. — a reprezentat 1191 mil. tcc, adică circa 36%. Considerată analitic, pe fiecare purtător primar de energie în parte, producția europeană a acoperit în anul 1953 circa 58,5% din totalul producției mondiale de cărbune, 9,1% din producția de țiței brut, 5,5% din producția de gaze naturale și 39,3% din producția mondială de energie hidraulică.

Evoluția producției globale de energie primară în perioada 1948 — 1956, în Europa și în grupările mari de țări din Europa, este arătată în tabela 2.

Din analiza datelor cuprinse în tabela 2, se desprind următoarele observații:

a producției globale de energie primară reprezintă în această perioadă circa 6,0%.

2. Creșterea medie anuală europeană a fost depășită în Uniunea Sovietică și în ansamblul celorlalte țări socialiste din Europa, unde s-a ridicat în aceeași perioadă — la 10,5% și respectiv la 6,5% pe an.

Țările capitaliste din Europa, luate toate împreună, nu au atins media creșterii globale europene, ritmul de creștere a producției de energie primară, în ansamblul acestor țări, fiind mult mai lent — doar 3,3% pe an, în perioada analizată.

3. Din cauza acestui ritm inegal de creștere a producției de energie primară, a avut loc — în perioada considerată — modificarea continuă a ponderii grupurilor respective de țări, în an-

Tabela 2

Producția globală de energie primară în Europa în perioada 1948 — 1956

Nr. crt.	Regiunea	Unități de măsură	Producția de energie primară în Europa, în anii:								
			1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
1	Total Europa incl. U. R. S. S.	10^6tcc	879,6	957,0	1020,7	1098,5	1154,9	1191,5	1249,9	1336,7	1404,6
	din care:										
	— U. R. S. S.	10^6tcc	220,2	249,1	275,5	301,2	323,8	347,0	375,6	434,1	490,1
		%	25,0	26,0	27,0	27,4	28,1	29,2	30,0	32,4	34,9
	— Europa exclusiv U. R. S. S.	10^6tcc.	659,4	707,9	745,2	797,3	831,1	844,5	874,3	902,6	914,5
		%	75,0	74,0	73,0	72,6	71,9	70,8	70,0	67,6	65,1
	din care:										
	— țări socialiste:	10^6tcc.	169,0	183,3	196,8	211,8	225,8	241,3	254,5	271,1	280,5
		%	19,2	19,2	19,1	19,2	19,5	20,2	20,4	20,3	20,0
	— țări capitaliste:	10^6tcc.	490,4	524,6	548,4	585,5	604,3	603,2	619,8	631,5	634,0
		%	55,8	54,8	53,9	53,4	52,4	50,6	49,6	47,3	45,1

1. Producția globală de energie primară în Europa, inclusiv U. R. S. S., prezintă în perioada analizată o creștere continuă, aproape lineară, de la 879,6 mil. tcc. în 1948 la 1404,6 mil. tcc. în 1956 (fig. 1). Creșterea medie anuală

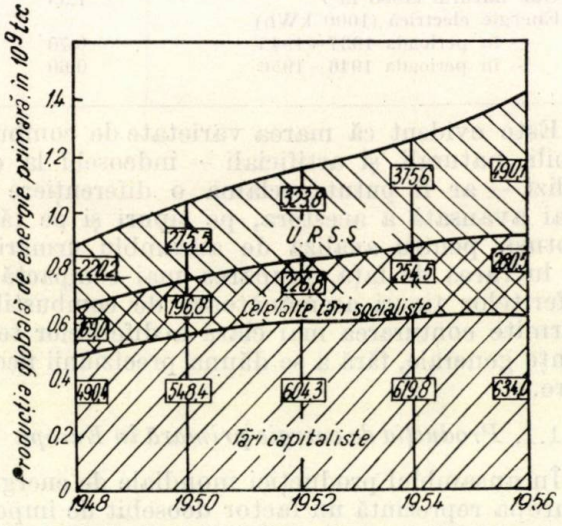


Fig. 1. Producția globală de energie primară în Europa, pe grupe mari de țări, în perioada 1948—1956.

samblul producției europene de resurse energetice primare. În intervalul 1948—1956, ponderea producției de energie primară a țărilor capitaliste din Europa a scăzut cu 10,7% (de la 55,8% în 1948 la 45,1% în 1956), în schimb ponderea producției de energie a țărilor socialiste — exclusiv U. R. S. S. — a crescut cu 0,8%, iar cea a Uniunii Sovietice cu 9,9% din total (de la 25,0% în 1948 la 34,9% în 1956).

Structura producției globale de energie primară a Europei, așa cum este redată analitic în tabela 3, pe purtători primari de energie, evidențiază caracterul predominant carbonifer al acesteia. Totuși, după cum reiese din fig. 2, cota de participare a producției de cărbune, în ansamblul producției de resurse energetice primare din Europa, scade continuu, de la 86,1% în 1948, la 79,0% în 1956.

Dacă se ține seama de faptul că, în genere, volumul investițiilor specifice pe tona de combustibil convențional, extrasă în plus, este mult mai mic la țiței și gaz metan decît la cărbune, iar productivitatea muncii mai mare, și deci prețul de cost pe unitatea calorică produsă mult mai redus la primele două decît la cărbune,

Tabela 3

Structura producției de energie primară în Europa în perioada 1948—1956.

Nr. crt.	Regiunea	Unități de măsură	Structura producției de energie primară în anii:								
			1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
1	Europa, incl. U. R. S. S. — total energie primară	10^3 tcc.	879,6	957,4	1020,7	1098,5	1154,9	1191,5	1249,9	1336,7	1404,6
	din care:										
	— cărbune	10^3tcc	758,3	828,7	868,0	926,9	962,4	982,4	1021,7	1073,4	1108,8
		%	86,1	86,6	85,1	84,4	83,4	82,5	81,7	80,3	79,0
	— țiței brut	10^3tcc.	47,1	54,1	62,2	70,8	80,9	91,0	101,2	120,6	138,7
		%	5,4	5,6	6,1	6,5	7,0	7,6	8,2	9,0	9,9
	— gaze naturale	10^3tcc.	11,1	12,1	14,2	16,9	19,7	22,4	24,3	30,2	35,8
		%	1,3	1,3	1,4	1,5	1,7	1,9	1,9	2,3	2,5
	— energie hidroelectrică	10^3tcc.	63,1	62,2	75,3	83,9	91,9	95,7	102,7	112,5	121,3
		%	7,2	6,5	7,4	7,6	7,9	8,0	8,2	8,4	8,6

apare explicabilă tendința generală evidentă de a accelera pe cît posibil — în limita rezervelor industriale disponibile — ritmul de exploatare a țițeiului și gazului natural, în raport cu cel al cărbunelui.

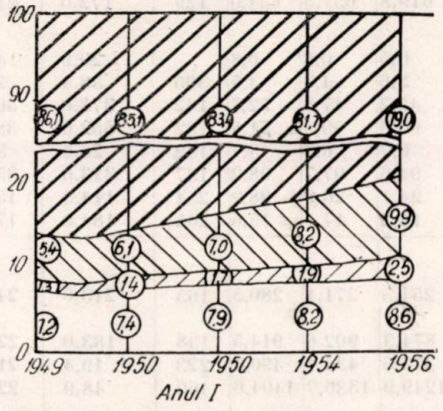


Fig. 2. Structura producției de energie primară în Europa, în perioada 1948—1956:
C — cărbune
P — țiței brut
G — gaze naturale
H — energie hidraulică.

Totodată, volumul și durata lucrărilor de pregătire pînă la punerea în exploatare a resurselor disponibile de țiței și gaze naturale fiind de asemenea mult mai reduse la acestea decît la cărbune, primele — deși mult mai limitate ca rezerve — au putut răspunde totuși mai prompt decît cărbunele cererii acute și crescînde de energie primară în Europa, în perioada postbelică. Dinamica de creștere a acestora a ținut pasul și a depășit creșterea medie a producției globale europene de energie primară, cea a cărbunelui a rămas în urmă.

1. 2. *Producția de energie primară în țările Europei*

Producția de energie primară în Europa, pentru fiecare țară în parte, este arătată în tabela 4

În tabelele 5 și 6 sînt redate separat producțiile de combustibili fosili și de resurse hidroenergetice din țările respective, ambele exprimate în combustibil convențional.

După cum rezultă din tabelele 5 și 6, contribuția cantitativă a diferitelor țări din Europa la ansamblul producției europene de energie primară variază în limite largi.

Astfel, în anul 1956, următoarele șase țări au produs 80,2% din totalul producției de resurse energetice primare în Europa, avînd respectiv:

U. R. S. S.	34,9% din total
Marea Britanie	15,3% din total
R. F. Germană	12,6% din total
R. P. Polonă	7,0% din total
Franța	5,3% din total
R. D. Germană	5,1% din total

Celelalte 21 țări europene, luate toate împreună, au contribuit doar cu 19,8%, din care R. P. Romînă cu circa 2% din total.

Dinamica de creștere a producției de energie primară pe total Europa și în diferitele țări ale Europei luate în parte prezintă de asemenea aspecte variate.

Considerînd indicele producției globale de energie primară în Europa, inclusiv U. R. S. S., în anul 1948 = 100, indicele producției globale pe anul 1956 se ridică la 160.

Acest indice mediu european a fost depășit — după cum se vede în graficul din fig. 3 — în R.P. Romînă, Austria, U.R.S.S. și R.P. Ungară, precum și în Norvegia, Italia, Suedia și R. D. Germană; el nu a fost atins în R. F. Germană, Spania, Franța, R. P. Polonă, Saar, Olanda, Belgia și Marea Britanie.

Pentru a contura mai bine acest aspect al dinamicii producției de energie primară, în graficul din fig. 3 au fost prinse numai acele țări din Europa a căror producție globală de resurse energetice depășește, pentru fiecare în parte, 1% din total. Țările cu producția globală

Tabela 4

Producția de energie primară în Europa pe țări, în perioada 1948-1956 (exprimată în 10^6t combustibil convențional)

Nr. crt.	Țara	Producția de energie primară în Europa în anii:									Indice 1956/48 (1948 = 100)	Producția specifică de energie în 1955	
		1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956		tcc/km²	kg. cc/loc.
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	13
1	Austria	5,8	6,1	7,6	9,2	10,3	11,4	12,6	14,0	14,1	243	167,0	2010
2	Belgia	26,8	27,9	27,4	29,8	30,5	30,1	29,3	30,1	29,8	111	986,0	3400
3	Danemarca	0,8	0,5	0,2	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2	25	7,0	68
4	Elveția	6,2	5,8	6,2	7,3	7,7	8,0	7,8	9,2	8,8	142	223,0	1850
5	Franța	53,6	59,4	62,1	67,7	70,9	67,0	71,2	73,5	74,2	138	150,0	1698
6	Finlanda	1,1	1,8	2,2	2,3	2,6	3,0	2,9	3,7	3,1	282	10,9	875
7	R. F. Germană	112,3	130,0	139,9	154,61	57,2	158,8	164,9	169,8	176,3	157	692,0	3255
8	Grecia	—	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,5	0,5	—	3,8	63
9	Irlanda	0,5	0,4	0,5	0,5	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	120	7,1	173
10	Italia	14,2	12,8	15,4	17,5	20,7	22,3	24,0	26,0	27,6	194	86,5	542
11	Luxemburg	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Marea Britanie	213,9	219,7	221,0	227,6	231,4	229,0	229,0	226,1	217,0	101	927,0	4440
13	Norvegia	8,1	9,9	11,1	11,3	11,9	12,0	13,3	13,8	14,3	199	42,7	4040
14	Olanda	11,8	12,6	13,2	13,4	13,5	13,4	13,5	13,4	13,6	115	413,0	1245
15	Portugalia	0,7	0,7	0,8	0,9	1,2	1,1	1,4	1,4	1,6	229	15,3	160
16	Saar	12,6	14,3	15,1	16,3	16,2	16,4	16,8	17,3	17,1	155	6920,0	17450
17	Spania	14,0	13,4	15,0	15,4	17,2	17,3	17,7	18,7	20,4	145	33,3	558
18	Suedia	8,0	9,2	10,6	11,1	11,9	12,9	13,8	13,2	14,8	185	29,4	1815
	Total țări capit.	490,4	524,6	548,4	585,5	604,3	603,2	619,8	631,5	634,0	129	173,0	2130
19	R. P. Albania	0,1	0,2	0,2	0,3	0,3	0,4	0,5	0,6	0,8	..	20,9	432
20	R. P. Bulgaria	1,5	1,8	2,5	2,8	3,0	3,4	3,6	4,3	4,5	300	38,4	568
21	R. Cehoslovacă	32,4	33,6	35,8	36,2	40,1	41,8	45,2	47,8	52,7	162	378,0	3680
22	R. D. Germană	39,6	45,6	48,7	54,2	56,1	60,4	63,6	69,9	71,8	182	652,0	3880
23	R. P. F. Iugoslavia	4,8	5,6	5,8	5,6	5,9	5,5	6,7	6,8	8,7	182	26,6	387
24	R. P. Polonă	72,0	75,9	79,8	84,3	87,3	91,6	94,6	97,7	98,2	137	313,0	3580
25	R. P. Romînă	11,1	11,9	14,2	17,5	20,9	23,1	24,1	26,9	28,2	254	114,5	1550
26	R. P. Ungară	7,6	8,7	9,8	11,0	13,2	15,1	16,2	17,1	15,6	205	184,0	1735
	Total țări socialiste:	169,0	183,3	196,8	211,8	226,8	241,3	254,5	271,1	280,5	165	213,0	2420
	Total Europa fără URSS:	659,4	707,9	745,2	797,3	831,1	844,5	874,3	902,6	914,5	138	183,0	2210
27	U. R. S. S.	220,2	249,1	275,5	301,2	323,8	347,0	375,6	434,1	490,1	223	19,4	2180
	Europa (incl. URSS)	879,6	957,0	1020,7	1098,5	1154,9	1191,5	1249,9	1336,7	1404,6	160	48,9	2200

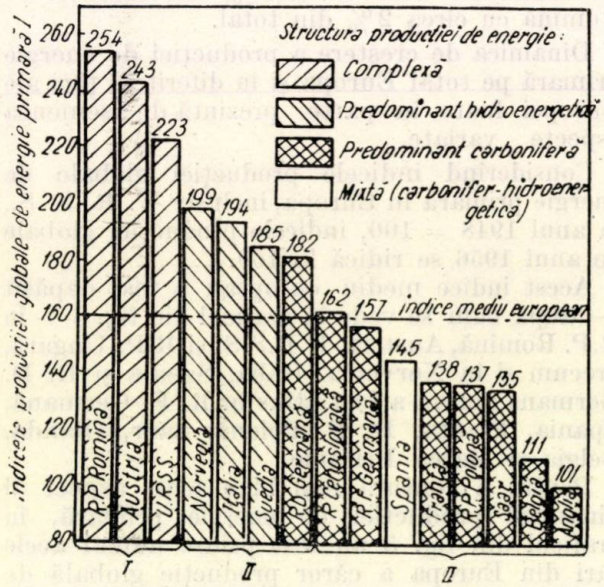


Fig. 3. Indicii producției globale de energie primară în anul 1956, în unele țări din Europa.

de energie primară sub acest nivel, fiind susceptibile la variații mari de producție la intrarea în funcțiune a fiecărui complex energetic nou, nu au fost incluse în grafic. De altfel tot ansamblul lor, însumînd doar 3% din producția globală, nu modifică sensibil aspectul general.

După cum se vede din fig. 3, considerînd nivelul indicelui producției de resurse energetice primare, atins în anul 1956, țările analizate din Europa se pot împărți în următoarele 3 grupe dinstincte:

Grupa I a cu indicii de producție ai resurselor energetice primare în 1956 situați în intervalul *I* 1956 = 200 — 260. (față de *I* 1948 = 100);

Grupa II-a, cu *I* 1956 variind între 170—200, și

Grupa III-a, cu indici situați în intervalul *I* 1956 = 100 — — 170.

Principala cauză a eșalonării diferențiate a indicilor de producție în perioada analizată, așa cum sînt redați mai sus, rezidă în însăși structura producției de resurse energetice în grupurile respective de țări și în fiecare țară în parte.

Tabela 5

Producţia de combustibili clasici fosili în Europa, pe ţări, în perioada 1948 — 1956 (exprimată în 10^6t combustibil convenţional)

Nr. crt.	Ţara	Producţia de combustibili clasici fosili, în anii :								
		1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Austria	3,2	3,6	4,6	5,8	6,5	7,3	8,2	9,3	8,9
2	Belgia	26,7	27,8	27,3	29,7	30,4	30,0	29,2	30,0	29,7
3	Danemarca	0,8	0,5	0,2	0,5	0,5	0,2	0,2	0,3	0,2
4	Elveţia	—	—	—	—	—	—	—	—	—
5	Franţa	44,7	52,7	52,4	54,9	57,4	54,3	56,6	58,1	58,6
6	Finlanda	—	—	—	—	—	—	—	—	—
7	R. F. Germană	107,7	126,4	134,9	149,1	151,2	153,2	158,5	162,7	168,6
8	Grecia	—	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,3	0,3
9	Irlanda	0,2	0,1	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
10	Italia	1,4	1,7	1,9	2,7	3,4	4,5	5,4	6,4	7,7
11	Luxemburg	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Marea Britanie	213,1	218,9	220,1	226,7	230,4	228,0	228,0	225,2	215,6
13	Norvegia	0,5	0,6	0,5	0,7	0,7	0,4	0,3	0,3	0,4
14	Olanda	11,8	12,6	13,2	13,4	13,5	13,4	13,4	13,4	13,6
15	Portugalia	0,4	0,4	0,4	0,4	0,5	0,5	0,5	0,4	0,4
16	Saar.	12,6	14,3	15,1	16,3	16,2	16,4	16,8	17,3	17,1
17	Spania	10,9	11,0	11,4	11,3	12,5	12,8	13,0	13,0	13,5
18	Suedia	0,4	0,3	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2	0,2
	Total ţări capitaliste :	434,4	471,0	482,5	512,0	523,7	521,5	530,8	537,1	535,0
19	R. P. Albania	0,1 E	0,2 E	0,2	0,2	0,2	0,3	0,4	0,5	0,7
20	R. P. Bulgaria	1,4	1,7	2,4	2,6	2,8	3,2	3,4	3,9	4,0
21	R. Cehoslovacă	31,9	33,0	35,1	35,7	39,5	41,1	44,5	46,7	51,2
22	R. D. Germană	39,5	45,5	48,6	54,0	55,9	60,2	63,3	69,5	71,3
23	R. P. F. Iugoslavia	4,2	5,0	5,1	4,7	5,0	4,6	5,6	5,2	7,0
24	R. P. Polonă	71,9	75,8	79,7	84,0	87,0	91,3	94,3	97,3	97,8
25	R. P. Romînă	11,0	12,1 E	14,1	17,4	20,8	23,0	24,0	26,7	28,0
26	R. P. Ungară	7,6	8,7	9,8	11,0	13,2	15,1	16,2	17,1	15,6
	Total ţări socialiste	167,6	182,0	195,0	209,6	224,5	238,8	251,7	266,9	275,6
	Total Europa fără U. R. S. S. :	602,0	653,0	677,5	721,6	746,2	760,3	782,5	804,0	810,6
27	U. R. S. S.	214,5	242,2	267,9	293,0	314,9	335,5	364,5	420,2	472,7
	Total ţări socialiste : Europa (incl. U. R. S. S.)	382,1	424,2	461,2	502,6	539,4	574,3	616,2	687,1	748,3
		816,2	895,2	945,4	1014,6	1063,1	1095,8	1147,0	1224,2	1283,3

E = estimat

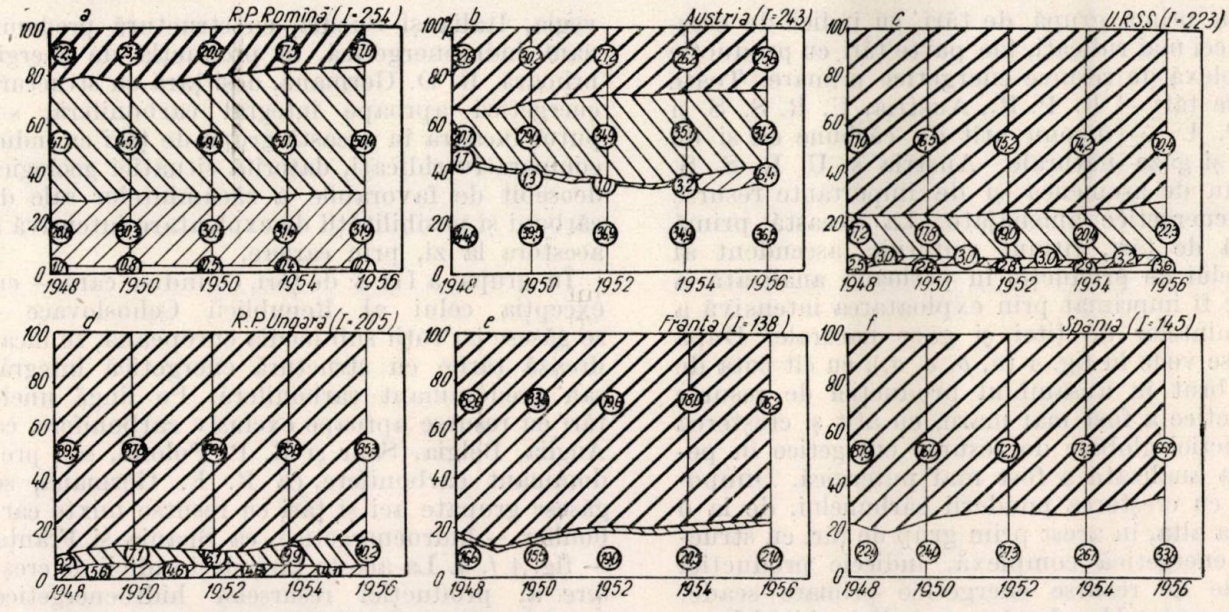


Fig. 4. Structura producţiei de energie primară în perioada 1948 — 1956, în cîteva ţări din Europa. *)

*) Explicaţia haşurii este dată în fig. 2.

Tabela 6

Producția de energie hidroelectrică în Europa, pe țări, în perioada 1948—1956 (exprimată în 10^6t combustibil convențional)

Nr. crt.	Țara	Producția de energie hidroelectrică, în 10^6tcc. În anii:								
		1948	1949	1950	1951	1952	1953	1954	1955	1956
0	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10
1	Austria	2,6	2,5	3,0	3,4	3,8	3,8	4,4	4,7	5,2
2	Belgia	0,1 E	0,1 E	0,1 E	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1	0,1
3	Danemarca	—	—	—	—	—	—	—	—	—
4	Elveția	6,2 ×	5,8 ×	6,2 ×	7,3	7,7	8,0	7,8	9,2	8,8
5	Franța	8,9	6,7	9,7	12,8	13,5	12,7	14,6	15,4	15,6
6	Finlanda	1,1	1,8	2,2	2,3	2,6	3,0	2 9	3,7	3,1
7	R. F. Germană	4,6	3,6	5,0	5,5	6,0	5,6	6,4	7,1	7 7
8	Grecia	—	—	—	—	—	—	—	0,2	0,2 E
9	Irlanda	0,3 E	0,3 E	0,3 E	0,3	0,3	0,3	0,5	0,3	0,4
10	Italia	12,8	11,1	13,5	14,8	17,3	17,8	18,6	19,6	19,9
11	Luxemburg	—	—	—	—	—	—	—	—	—
12	Marea Britanie	0,8	0,8	0,9	0,9	1,0	1,0	1,3	0,9	1,4
13	Norvegia	7,6	9,3	10,6	10,6	11,2	11,6	13,0	13,5	13,9
14	Olanda	—	—	—	—	—	—	—	—	—
15	Portugalia	0,3 E	0,3 E	0,4 E	0,5	0,7	0,6	0,9	1,0	1,2
16	Saar	—	—	—	—	—	—	—	—	—
17	Spania	3,1	2,4	3,6	4,1	4,7	4,5	4,7	5,7	6,9
18	Suedia	7,6	9,0	10,4	10,9	11,7	12,7	13,6	13,0	14,6
	Total țări capitaliste	56,0	53,7	65,9	73,5	80,6	81,7	88,8	94,4	99,0
19	R. P. Albania				0,1 E	0,1 E	0,1 E	0,1 E	0,1 E	0,1E
20	R. P. Bulgaria	0,1 E	0,1 E	0,1 E	0,2	0,2	0,2	0,2	0,4	0,5E
21	R. Cehoslovacă	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6	0,7	0,7	1,1	1,5E
22	R. D. Germană	0,1 E	0,1 E	0,1 E	0,2	0,2	0,2	0,3 E	0,4E	0,5E
23	R. P. F. Iugoslavia	0,6	0,6	0,7	0,9	0,9	0,9	1,1	1,6	1,7
24	R. P. Polonă	0,1 E	0,1 E	0,1	0,3	0,3	0,3	0,3	0,4	0,4
25	R. P. Romînă	0,1 E	0,1 E	0,1 E	0,1	0,1	0,1	0,1	0,2	0,2
26	R. P. Ungară	—	—	—	—	—	—	—	—	—
	Total țări socialiste:	1,5	1,6	1,8	2,2	2,4	2,5	2,8	4,2	4,9
	Total Europa fără U. R. S. S.:	57,5	55,3	67,7	75,7	83,0	84,2	91,6	98,6	103,9
27	U. R. S. S.	5,6	6,9	7,6	8,2	8,9	11,5	11,1	13,9	17,4
	Total Europa (incl. U. R. S. S.:	63,1	62,2	75,3	83,9	91,9	95,7	102,7	112,5	121,3

E = estimat

Din prima grupă de țări, cu indicii de creștere cei mai ridicați, fac parte țări cu producție complexă de resurse energetice primare. Toate aceste țări — R. P. R., Austria, U. R. S. S. și R. P. U. — dispun atît de cărbune cît și de țiței și gaze naturale. Austria și U. R. S. S. dispun de asemenea și de importante resurse hidroenergetice amenajate. La această primă grupă de țări, ritmul puternic ascendent al indicelui de producție în perioada analizată a putut fi imprimat prin exploatarea intensivă a zăcămintelor de țiței și gaze naturale. După cum se vede în fig. 4 (*a*, *b*, *c*, *d*,), cu cît cota de țiței brut în ansamblul producției de resurse energetice a fost mai mare, cu atît și creșterea producției globale de resurse energetice în perioada analizată a fost mai puternică. Dimpotrivă, cu creșterea ponderii cărbunelui, de la o țară la alta, în acest prim grup de țări cu structură energetică complexă, indicele producției globale de resurse energetice primare scade.

În grupa a II-a de țări, cu indici variind între 170 și 200, se găsesc în primul rînd țări ca Norvegia, Italia și Suedia, cu structură predominant hidroenergetică, în producția de energie primară. R. D. Germană, deși țară cu structură energetică aproape integral carboniferă, s-a putut încadra în această grupă de țări cu indici comparativ ridicați, datorită situației geologice deosebit de favorabile a zăcămintelor sale de cărbuni și posibilității de exploatare intensivă a acestora la zi, prin cariere.

În grupa a III-a de țări, cu indici care — cu excepția celui al Republicii Cehoslovace — se găsesc cu toții sub media europeană, se încadrează țările cu structură energetică integral sau predominant carboniferă. Pe lîngă unele țări cu resurse aproape exclusiv carbonifere, ca Anglia, Belgia, Saar și R. P. Polonă, sau predominant carbonifere, ca R. F. Germană, se găsesc grupate aci și țări cu resurse mixte carbonifer — hidroenergetice, ca Spania și Franța — fig. 4 *f*, *g*. La aceste țări, deși indicii de creștere ai producției resurselor hidroenergetice arată în 1956 valorile 222 și respectiv 175, față de 100 în 1948, totuși, dat fiind că ponderea

acestor resurse a reprezentat în medie, în perioada analizată, numai circa 29% și respectiv 19% din total, ele nu au putut compensa ritmul lent de creștere a producției de cărbune și contribui deci în măsură suficientă la atingerea mediei europene în țările respective.

Este de prevăzut că gruparea țărilor Europei, după ritmul diferit de creștere a producției, așa cum s-a arătat mai sus, se va menține fără modificări esențiale și în viitor pe o anumită perioadă de timp.

Concluzii

Din ansamblul diferitelor aspecte pe care le prezintă evoluția producției de resurse energetice primare în Europa, în perioada 1948—1956, se pot desprinde următoarele caracteristici și tendințe:

1. Producția de resurse energetice în Europa prezintă în perioada analizată o creștere lineară și uniformă, mai accelerată în Uniunea Sovietică și în celelalte țări socialiste europene și mult mai lentă în ansamblul țărilor capitaliste.

2. Datorită acestui ritm diferit de creștere, ponderea ansamblului țărilor socialiste în producția globală de resurse energetice primare din Europa crește continuu în perioada analizată — de la 44,2% în 1948 la 54,9% în 1956 — — iar cea a țărilor capitaliste, luate toate împreună, scade corespunzător, de la 55,8% la 45,1%.

3. Structura producției globale europene de energie primară este predominant carboniferă (cca. 4/5 din total). Producția de țiței a atins în 1956 de abia 9,9%, iar energia hidraulică 8,6%. Ponderea producției de gaze naturale este încă neînsemnată (2,5% în 1956).

4. În perioada analizată, dinamica de creștere a producției de resurse energetice primare este foarte rapidă la gaze naturale și țiței brut (indicii pe 1956 fiind de 321 și respectiv 296 față de I_{1948} luat = 100), este medie în cazul energiei hidraulice ($I_{1956} = 192$) și foarte lentă la cărbune ($I_{1956} = 146$).

5. Din cauza ritmului lent de creștere a producției de cărbune ponderea cărbunelui în ansamblul producției de resurse energetice din Europa scade continuu, de la 86,1% în 1948 la 79,0% în 1956 (cu cca. 0,9% pe an).

6. Structura producției de resurse energetice primare din fiecare țară în parte a determinat în mare măsură ritmul de creștere a producției globale de resurse energetice din țara respectivă. Țările cu structură energetică complexă au indicii de creștere cei mai ridicați, țările predominant carbonifere prezintă indicii de creștere cei mai scoborîți.

Analiza atentă a tendințelor de mai sus, îmbinată cu o apreciere cît mai exactă a rezervelor existente și economic exploatabile în condițiile tehnice date poate contribui la o justă orientare a dezvoltării producției de resurse energetice din fiecare țară în parte.

Bibliografie

[1] *Annuaire statistique*, Nations Unies, New York, 1950—1956

621.316.718.5/722

Considerații privind reglajul tensiunii și al vitezei generatoarelor sincrone de mică putere

CONSTANTIN GUȚU — București

Se analizează posibilitățile existente de îmbunătățire a funcționării generatoarelor sincrone de mică putere. Se arată necesitatea trecerii la echiparea grupurilor electrogene mici cu regulatoare de tensiune, bazate pe principiul compundării, cum și avantajele tehnico-economice care rezultă din aceasta. Pe baza rezultatelor experimentale, se subliniază importanța ce trebuie acordată, la fabricație și în exploatare, regulatoarelor de viteză.

În centralele electrice rurale, în foraj, în exploatările forestiere, pe multe șantiere de construcții etc., există în exploatare un mare număr de grupuri electrogene de puteri mici, echipate cu generatoare sincrone de 5—100 kVA.

Un element caracteristic al funcționării acestor grupuri este variația mare a sarcinii. Deseori este necesar ca ele să alimenteze consumatori, a căror putere este comparabilă cu a generatorului și a căror pornire se face, de cele mai multe ori, prin conectare directă la rețea. În astfel de situații, apar curenți de pornire atît de mari încît, dacă grupurile nu sînt prevăzute cu sisteme de reglaj corespunzătoare, funcționarea normală a consumatorilor este perturbată.

Consumatorii cei mai importanți ai grupurilor și centralelor mici sînt motoare asincrone, a căror putere atinge 0,3—0,7 din puterea generatorului. După cum se știe [12], aceste motoare sînt, totodată, consumatorul cel mai sensibil la scăderea tensiunii și la durata acestei scăderi. Astfel, motoarele asincrone sub 15 kW, încărcate cu un moment static constant, egal cu sarcina nominală, admit o scădere de tensiune

Ing. C. Guțu este aspirant la Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

de maximum 50% din valoarea nominală, un timp egal cu cel mult 0,2 s. Această condiție este destul de severă și nu poate fi îndeplinită de grupurile neînzestrate cu dispozitive de reglaj automat de tensiune și de viteză, sau avînd dispozitive de reglaj nesatisfăcătoare.

În țara noastră, producția de grupuri electrogene mici a luat o mare extindere. Pînă în anul 1957 însă nici unul dintre ele nu era echipat cu regulatoare automate de tensiune, iar la majoritatea regulatoarelor de viteză ale motoarelor primare funcționau nesatisfăcător. Din această cauză, de multe ori, limita de încărcare pe care o puteau atinge era de 60 — —80% din sarcina nominală, ceea ce reiese din tabela 2. Făcînd abstracție de latura tehnică și energetică a funcționării cronice sub sarcina nominală, această stare comportă o serie de consecințe economice, dintre care nu amintim decît creșterea costului real al kilowattului instalat, imobilizarea unor importante capacități de producție și creșterea consumului real de metal pe kilowattul instalat.

Experiența de exploatare acumulată pînă în prezent confirmă, după părerea noastră, următoarea afirmație : nu numai generatoarele de puteri mari și mijlocii, dar și generatoarele de puteri mici trebuie să fie echipate cu regulatoare de tensiune automate, cu condiția ca prețul de cost și cheltuielile de exploatare a acestora să fie suficient de mici în comparație cu prețul de cost și cheltuielile de exploatare ale grupurilor electrogene corespunzătoare.

Acestea fiind premizele, se pune întrebarea în ce direcție trebuie orientată munca de cercetare, de proiectare și de fabricație, pentru a obține rezultate optime cu cheltuieli minime în timpul cel mai scurt*).

1. Problema reglajului tensiunii

În ce privește reglajul tensiunii, se poate merge pe două căi :

— o cale este rezolvarea simultană a problemei reglajului și a problemei excitației generatoarelor sincrone, prin înlocuirea excitatoarei cu un dispozitiv de redresare simplu, alimentat, de exemplu, de curentul statoric al generatorului sau cu un alt dispozitiv ;

— o a doua cale este echiparea generatoarelor actuale, care au excitatoare, cu un regulator cît mai simplu, mai ieftin și mai eficace.

Problema excitatoarei s-a pus și se pune, deoarece excitatoarea scumpește grupul electrogen, la unitățile mici prețul ei apropiindu-se de al generatorului propriu-zis. Totodată, statisticile făcute [5] arată că peste 80% din defectele constatate la grupurile mici se datoresc excitatoarei. Aceste considerații ne permit să presupunem că încercările de a se găsi o soluție care să rezolve simultan problema excitației și a reglajului tensiunii generatoarelor mici, prin eliminarea excitatoarei, se vor intensifica în viitor. Încercările întreprinse pînă în prezent, atît în U.R.S.S., cît și în Occident [5], [6], [15] și datele publicate în literatura de specialitate arată că, deși s-au obținut unele succese, totuși mașinile de acest gen trebuie să fie considerate încă în stadiul experimentării și că mai sînt necesare eforturi pentru ca actualul generator sincron de putere mică și mijlocie, care este un agregat format din două mașini — generatorul propriu-zis și excitatoarea, să fie înlocuit cu un agregat format dintr-o singură mașină, cu autoexcitație și autoreglaj de tensiune.

Pe de altă parte, în exploatare există deja sute de agregate cu excitatoare, lipsite de dispozitive de reglaj, a căror funcționare trebuie îmbunătățită cît se poate de repede și într-un mod cît mai simplu. Din această cauză, pentru economia țării noastre, a doua cale de rezolvare a problemei reglajului de tensiune este mai presantă și, din multe puncte de vedere, mai ușoară.

În prezent, la agregatele cu excitatoare sînt mai răspîndite trei tipuri de regulatoare de tensiune : electromecanice, electronice și dispozitive de compundare. Pentru grupurile electrogene mici, care pun drept condiții principale simplitatea și costul scăzut, și-au găsit utilizarea regulatoarelor electromecanice cu cărbune și, în ultima vreme, sistemele de compundare. Un studiu comparativ al comportării grupurilor mici fără regulator sau înzestrate cu diverse sisteme de reglaj de tensiune, la turație constantă, a fost întreprins în [4]. Nu este necesar să ne oprim asupra principiului de funcționare sau asupra descrierii diverselor

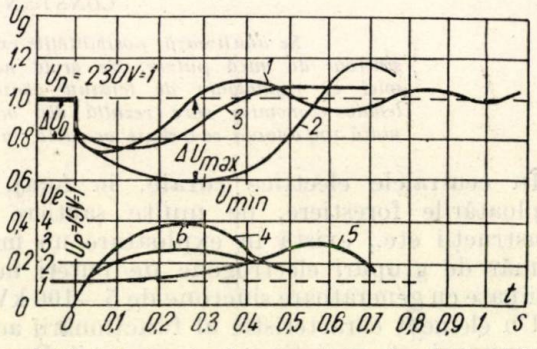


Fig. 1. Variația tensiunii unei centrale electrice mobile de 25 kVA la pornirea unui motor asincron de 14 kW.

sisteme de reglaj întrucît sînt bine cunoscute. Redăm din [4] fig. 1, în care curbele reprezintă variația următoarelor mărimi : *1* — tensiunea generatorului în cazul reglajului combinat cu

*) În ultimii ani, unele cercetări în acest domeniu au fost efectuate la Institutul de Energetică, la I.C.M.E.A., la I.C.P.E.T. și la unele fabrici constructoare de aparataj și mașini electrice. Din păcate, nepublicîndu-se nimic din rezultatele obținute, nu s-a putut face un schimb de experiență, care ar fi fost util atît pentru exploatare, cît și pentru constructori și cercetători.

regulator cu cărbune și cu dispozitiv de compundare; *2* — idem, în cazul regulatorului cu cărbune; *3* — idem, în cazul dispozitivului de compundare; *4* — tensiunea excitației în cazul regulatorului combinat ca la punctul 1; *5* — idem, în cazul regulatorului cu cărbune; *6* — idem, în cazul dispozitivului de compundare.

Din examinarea acestor curbe, rezultă că dispozitivul de compundare are o caracteristică mai avantajoasă decît cel electromecanic, întrucît el readuce mai repede tensiunea la o valoare mai apropiată de cea nominală.

În lucrarea mai sus amintită, autorul ajunge, pe cale analitică, la cîteva concluzii interesante, și anume:

a) dacă raportul dintre puterea nominală a motorului și puterea nominală a generatorului este de ordinul 0,1, atunci, din punctul de vedere al duratei și valorii căderii de tensiune la bornele generatorului, în momentul pornirii motorului, regulatorul electromecanic și compundarea sînt practic echivalente ($\Delta U_{max} \simeq 27\,\%$);

b) dacă raportul de mai sus este egal cu sau mai mare decît 0,2, dispozitivul de compundare devine mai avantajos. Comportarea optimă a compundării are loc atunci cînd raportul dintre puterea nominală a motorului și puterea nominală a generatorului este de ordinul 0,5 — —0,6. Pentru acest domeniu, în [4] se dau următoarele valori ale căderii maxime de tensiune la bornele generatorului (ΔU_{max}) și ale duratei (t) acestei căderi maxime de tensiune, la pornirea motoarelor (tabela 1).

Tabela 1

	ΔU_{max}	t
Dispozitiv de compundare	55 %	0,15 s
Regulator electromecanic	66 %	0,3 s

În acest domeniu al valorii raportului dintre puterea nominală a motorului și puterea nominală a generatorului, condiția despre care s-a vorbit la începutul articolului, referitoare la motoarele asincrone cu puterea nominală sub 15 kVA (suportă $\Delta U_{max} = 50\,\%$ timp de cel mult 0,2 s), nu este satisfăcută de regulatorul electromecanic și este satisfăcută de dispozitivul de compundare.

O parte din avantajele dispozitivului de compundare rezultă din considerațiile de mai sus. Enumerăm pe scurt alte avantaje ale acestui dispozitiv, în comparație cu regulatoarele electromecanice sau electronice: este lipsit de piese care freacă, de contacte mobile, nu este sensibil la trepidații și șocuri, aproape că nu are zonă de insensibilitate, are o schemă simplă, nu are nevoie de nici un fel de sursă de curent exterioară etc. Există motive să se afirme (v. în continuare) că dispozitivul de compundare prezintă avantaje atît în ce privește prețul de cost, cît și cheltuielile de exploatare. Toate cele de mai sus explică motivul pentru care cercuri tot mai largi de specialiști ajung la concluzia că, dintre toate sistemele de reglaj automat al tensiunii, cel al compundării oferă soluția optimă. Această concluzie este întărită de progresele mari înregistrate în tehnologia semiconductoarelor [8], [9] care elimină îndoielile în privința siguranței de funcționare a celui mai sensibil element al regulatorului bazat pe principiul compundării, redresorul uscat.

Rezultate experimentale. În literatura de specialitate sînt analizate pe larg atît diverse scheme de compundare [2], [3], [4], [14], [15] cît și metodele de calcul corespunzătoare [2], [3].

Adoptînd o schemă de compundare simplă, cu redresor în punte trifazată, fără corector de tensiune pentru variația factorului de putere, au fost efectuate o serie de încercări, cu diverse grupuri fabricate în țara noastră. Încercările cele mai concludente trebuie să fie considerate acelea în care generatorul a fost antrenat de propriul său motor, iar nu de un motor electric cu turație practic constantă, așa cum se procedează în majoritatea cazurilor întîlnite în literatură. Se dă mai jos schema electrică adoptată pentru regulatorul de tensiune (fig. 2), caracteristicile constructive ale regulatorului calculat pentru un grup de 5 kVA*) caracteristicile externe ridicate cu și fără regulator de tensiune (fig. 3) și unele rezultate privind pornirea motoarelor.

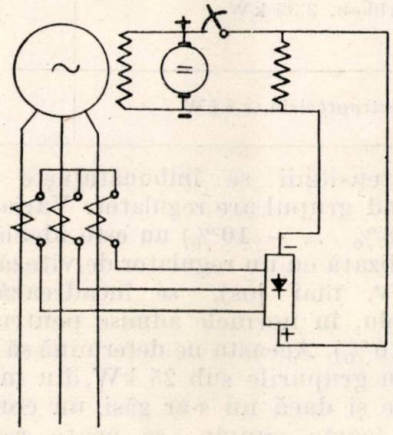


Fig. 2.

Încercările de pornire a motoarelor s-au făcut prin conectarea directă a acestora la rețeaua pe care debita generatorul. În momentul premergător pornirii, curentul din rețea era fie nul (generatorul funcționînd în gol), fie de 1—2 A. Rezultatele cuprinse în tabela 2 constituie media mai multor încercări.

La ridicarea caracteristicilor externe $U = f(I)$ fără regulator, curentul de excitație nu a

*) Grupul este fabricat la Uzinele „Clement Gotwald" (motorul termic „Timpuri Noi") și are următoarele caracteristici nominale: $P = 5$ kVA, $U = 400/230$ V, $I = 7{,}25$ A, $n = 750$ rot/min, $\cos\varphi = 0{,}8$ $U_{ex} = 100$ V, $I_{ex} = 1{,}64$ A.

fost menținut constant. Maneta reostatului de excitație a fost manevrată pentru a apropia tensiunea cît mai mult de valoarea sa nominală. Începînd de la sarcina de circa 4 A, tensiunea

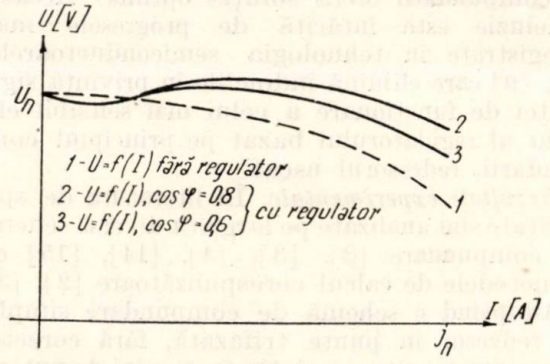


Fig. 3.

nu a mai putut fi influențată de reostatul de excitație, acesta fiind deja scurtcircuitat.

Din rezultatele consemnate în diagrame, se pot face cîteva constatări: se observă că regimul tensiunii se îmbunătățește simțitor atunci cînd grupul are regulator. Variația obținută ($+8\% \ldots -10\%$) nu este ideală și, deși a fost realizată cu un regulator de viteză nesatisfăcător (v. mai jos), se încadrează totuși, de exemplu, în normele admise pentru mediul rural ($\pm 10\%$). Aceasta ne determină să afirmăm că, pentru grupurile sub 25 kW, din motive de ieftinătate și dacă nu s-ar găsi un corector de tensiune foarte simplu, se poate recurge la compundarea simplă.

Caracteristicile regulatorului de tensiune

A. Redresorul cu seleniu:
1 — schema electrică de principiu . . . . punte trifazată;
2 — tipul discurilor . . . . . BK;
3 — diametrul discurilor . . . . . 4,5 cm;
4 — curentul admisibil . . . . . 0,82 A;
5 — numărul de discuri în serie 3;
6 — numărul total de discuri 18;
7 — curentul redresat (de compundare) . 0,18 A;

B. Transformatorul de compundare . . . .
1 — secțiunea pachetului de tole . . . . . $S = 6{,}25$ cm²;
2 — inducția maximă . . . . . 1 000 gauss;
3 — curentul nominal în primar . . . . . 7,25 A;
4 — curentul nominal în secundar . . . . 0,154 A;
5 — numărul de spire în primar 34;
6 — numărul de spire în secundar 1 600;
7 — diametrul firului în primar . . . . . 2,27 mm;
8 — diametrul firului în secundar . . . . 0,35 mm.

Corecția tensiunii în funcție de factorul de putere al sarcinii. Din fig. 3 se constată și latura negativă a compundării simple, și anume absența unei reacții pozitive, în funcție de factorul de putere al sarcinii. Din această cauză distribuția puterilor reactive între grupurile aflate în paralel nu se face corect, iar caracteristica externă a unui generator izolat cade foarte repede atunci cînd factorul de putere este scăzut. În vederea eliminării acestui neajuns, la grupurile mari și mijlocii, se utilizează cunoscutele corectoare de tensiune bazate pe principiul amplificatoarelor magnetice [2]. Aceste dispozitive însă, deși foarte sensibile și precise, sînt totuși mult prea complicate și scumpe pentru a-și găsi utilizarea la grupurile mici. Pentru puteri de ordinul a 25—100 kW, trebuie căutat un sistem de corecție mai simplu și care, în special, să conțină un număr minim de elemente redresoare. Două soluții au fost încercate și în țara noastră *), iar începînd din anul 1957 unul dintre grupurile electrogene fabricate la noi (grupul de 38 kW) poate fi livrat la cerere și cu regulator automat de tensiune bazat pe principiul compundării, prevăzut cu corector, construit la întreprinderea „Electrotehnica".

Tabela 2

Nr. crt.	Tipul și puterea motorului	$k = \frac{P_{n\ motor}}{P_{n\ gen}}$	Rezultatele încercării					Observații
			Fără regulator	Cu regulator				
					I_p	ΔU_{max}	t_p	
1	Electroprecizia, 1,7 kW	0,425	Nu pornește $I_p = 10$A, $U_p = 0$ $f = 55$ Hz	Pornește	8 A	16 %	<1"	Motorul este cuplat rigid cu o amplidină
2	Oerlikon, 2,35 kW	0,59			10 A	30 %	<1"	Motorul este cuplat prin curea cu generator în gol
3	Electroprecizia, 2,8 kW	0,70			8,5 A	25 %	<1"	Motorul merge în gol

În privința corectorului de tensiune, o soluție demnă de reținut și care, în fond, rezolvă problema corecției pentru grupurile mici se găsește în [14], în care întregul dispozitiv de corecție se reduce la cîteva înfășurări suplimentare așezate pe una dintre coloanele transformatorului de compundaj.

2. Problema reglajului vitezei

După cum se știe, calitatea reglajului vitezei este reflectată în doi parametri, și anume:

— gradul de iregularitate $\delta = \frac{f_{max} - f_{min}}{f_n}$ și

— gradul de insensibilitate $\varepsilon = \frac{2\Delta f}{f_n}$

în care: Δf este variația maximă a frecvenței, la care regulatorul nu reacționează.

În tehnica mondială, valorile obișnuite pentru δ și ε sînt $\delta = 4-6\%$ ($7-8\%$ la grupurile mici), $\varepsilon = 0{,}4\%$ [16], [17]. La grupul de

*) Este vorba de experiențele întreprinse la ICMEA și ICPET.

5 kVA experimentat, acești coeficienți au următoarele valori: $\delta = 20\%$ și $\varepsilon = 2\%$, adică mult peste limita admisă. Așa se explică de ce precizia menținerii sarcinii este cu totul nesatisfăcătoare.

Cifrele de mai sus arată că uzina care livrează motorul primar al grupului de 5 kVA construiește regulatoare de viteză de calitate necorespunzătoare. De asemenea, trebuie remarcat faptul că nici în practica exploatării nu se face încercarea periodică a regulatoarelor de viteză. Deseori, caracteristicile regulatoarelor (δ și ε) se determină numai la intrarea în funcțiune a mașinii, fără să se mai controleze ulterior.

În ce privește principul reglajului de viteză, se poate spune că pentru grupurile mici regulatorul mecanic rămîne, mai departe, mijlocul cel mai simplu și mai eficace de reglare a frecvenței și a puterii active, cu condiția expresă însă ca el să fie construit și exploatat în conformitate cu toate cerințele tehnicii.

3. Problema stabilității

Considerînd numai latura calitativă a acestei probleme, se pot deduce, pe baza datelor din literatură și a celor cîtorva rezultate experimentale, unele concluzii cu caracter principial.

În ce privește stabilitatea statică, influența regulatorului de tensiune, bazat pe principiul compundării, asupra funcționării sistemului alimentat de grupul electrogen este studiată în [16]. Lipsa zonei de insensibilitate a acestui tip de regulator permite generatorului să funcționeze în domeniul stabilității artificiale, la un unghi critic mult mai mare de 90°.

Dar, la grupurile de care ne ocupăm și care, în general, nu sînt concepute să lucreze în paralel, problema mai acută o constituie stabilitatea dinamică. După cum am mai arătat, o particularitate a acestui caz este faptul că puterea motoarelor alimentate este apropiată de puterea grupului electrogen, ceea ce explică de ce pornirea motoarelor este însoțită de variații mari de putere activă și reactivă.

Spre deosebire de sistemele electrice mari a căror stabilitate dinamică se pierde, de obicei, datorită unor defecte, stabilitatea sistemelor de care ne ocupăm se poate pierde chiar în regimuri de exploatare normală, întrucît pornirea unui motor dă naștere la fenomene asemănătoare scurtcircuitului trifazic.

Am văzut că regimul optim al compundării are loc atunci cînd puterea nominală a motorului pornit reprezintă 0,5—0,6 din puterea nominală a generatorului, valori calculate în ipoteza că regulatorul de viteză menține o turație practic constantă. Experiențele efectuate de noi (tabela 2) au arătat că motoarele a căror putere este de ordinul (0,4—0,7) din puterea nominală a grupului nu pornesc dacă generatorul nu are regulator de tensiune. Dacă însă generatorul este echipat cu un dispozitiv de compundare, motoarele pornesc practic instantaneu, iar căderea de tensiune maximă variază la pornire între 16 și 30%.

Din experiențele sintetizate în tabela 2 rezultă că, pentru grupurile electrogene mici, regulatorul de tensiune bazat pe principiul compundării prezintă importanță nu numai sub aspectul reglajului de tensiune, dar — *mai ales — sub aspectul menținerii stabilității de funcționare la pornirea motoarelor.*

Printre alte măsuri, pe care constructorii de grupuri electrogene mici le-ar putea lua în vederea măririi stabilității dinamice a acestora, se pot indica [4]:

1) să se micșoreze întrucîtva X_d (să se mărească r.s.c.);

2) să se micșoreze, cît este permis din punct de vedere constructiv, X''_d;

3) să se micșoreze constantele de timp ale excitatoarei și generatorului;

4) să se ridice, în limitele posibile, valoarea maximă a tensiunii pe care o poate atinge excitatoarea.

Concluzii

Lipsite de regulatoare de tensiune și cu reglajul de viteză necorespunzător, grupurile electrogene de puteri mici (5—100 kVA) nu se pot încărca pînă la puterea lor nominală, ceea ce are consecințe economice nefavorabile. Funcționarea acestor grupuri se poate îmbunătăți radical, prin echiparea lor cu un regulator de tensiune bazat pe principiul compundării, al cărui cost poate fi considerat neglijabil*) în comparație cu costul grupului.

Utilizîndu-se experiența redată în literatura de specialitate și acea acumulată la fabricarea regulatorului romînesc RAT AN-1, este necesar ca producția acestor dispozitive să se extindă pentru toate grupurile. În acest scop, trebuie să se țină seamă de propunerea din [3], în care se prevede posibilitatea ca, prin intermediul unor prize luate de la înfășurarea transformatorului de compundare, un același regulator să poată fi folosit pentru grupuri de diferite puteri.

Pe lîngă simplitate și ieftinătate, regulatorului de tensiune trebuie să i se garanteze și un număr de ore de funcționare cît mai mare. Această condiție este echivalentă cu reducerea la minimum a numărului de discuri de seleniu. Dintre toate schemele de corecție cunoscute, cea din 14 îndeplinește cel mai bine această condiție.

Este necesar ca, la construirea și exploatarea grupurilor electrogene mici, să se acorde mai multă atenție calității regulatorului de viteză.

*) Pentru grupurile din gama de puteri considerată, putem admite, ca cifră medie, pentru kilowatt-ul instalat, 4 000 lei/kW. Costul regulatorului RAT AN-1 fabricat la „Electrotehnica" este aproximativ 5% din costul grupului pe care îl deservește. Costul materialelor pentru regulatorul descris în articol este de 500 lei.

Întrucît regulatorul de tensiune bazat pe principiul compundării poate fi construit cu forțele unui atelier electromecanic modest, iar exploatarea sa este foarte simplă, ar fi util ca metoda de calcul să fie pusă la dispoziția unui cerc de persoane cît mai larg.

Bibliografie

[1] Greben I. I. și alții: *Peredvijnaia diselnaia elektriceskaia stanția*, Selizdat, 1949.

[2] Inosov și Țukernik: *Kompaundirovanie i elektromagnitnii korektor naprajenia sinhronnih generatorov*, Gosenergoizdat, 1950.

[3] Zlatkovski A. P.: *Elektrooborudovanie selskth elektriceskih ustanovok*, Selhozghiz, 1953.

[4] Tihomirov: Povișenie *ustoicivosti raboti peredvijnih elektrostanții pri puske dvigatelei soizmerimoi moșcinosti*, Elektricestvo, nr. 7, 1952.

[5] Tamanțev S. G.: *Sinhronnti ghenerator s samovozbujdeniem ot mehaniceskogo vîpreamitelea i avtomaticeskim regulirovaniem napreajenia*, Elektricestvo, nr. 3, 1952.

[6] * * * Elektrotechnische Zeitschrift, Heft 7, april, 1952.

[7] Kaganov I. L.: *Mutatori electronici și ionici*. E.E.S. 1953.

[8] Goldreer: *Stabilizatori de tensiune*. E.T.S. 1955.

[9] Bulgakov: *Calculul transformatoarelor*, E.T.S. 1950.

[10] Smirenin: *Manual de radiotehnică*, E.E.S., 1955.

[11] Gheorghiu I. S.: *Curs de mașini electrice*, ediția VI, Editura Politehnicii.

[12] Sîrmoiatnikov: *Probleme de exploatare a generatoarelor sincrone*, E.E.S. 1953.

[13] Poiarkov S. P.: *Selskie elektriceskie stanții i podstanții*, Gosenergoizdat, 1953.

[14] Kalina L. I.: *Kompaundiruiușcee ustroistvo dlea gheneratorov selskih elektrostanții*, Elektricestvo, nr. 6, 1957.

[15] Judițki: *Vozbujdenie elektriceskih mașin ot tviordih vîpreamitelei*, Gosenergoizdat, 1952.

[16] Jdanov P.: *Stabilitatea sistemelor electrice*, E.E.S., 1952.

[17] Ostrîi P. P.: *Reglajul automat al frecvenței și puterii active cu regulatoare cu impulsuri*, 1954.

621.315.668.3.001.2

Calculul suporților-portal de susținere a liniilor electrice aeriene de 110 kV, ținînd seamă de rezistența conductoarelor de protecție

NICOLAE BORZA — București

Suporții-portal de susținere din beton armat centrifugat folosiți la liniile de 110 kV *se dimensionează pentru regimul de avarii aplicînd metoda uzuală de calcul prin care nu se ține seama de efectul favorabil al conductoarelor de protecție. În articolul de față se stabilește o metodă de calcul al suporților ținînd seama de efectul de reazem elastic al acestor conductoare și în urma unui calcul numeric se arată că acești suporți nu trebuie dimensionați pentru regimul de avarii, ci pentru regimul normal de exploatare.*

1. Considerații generale

Într-un articol precedent *), s-a studiat comportarea — pentru regimul de avarii al liniei — a suporților de susținere din beton armat centrifugat folosiți în R.P.R. la construcția liniilor electrice aeriene de 110 kV simplu circuit, ținînd seama de legătura rigidă dintre stîlpi și traversă.

În cadrul articolului de față, se va dezvolta studiul acestor suporți, luînd în considerare aportul la rezistența totală a suporților, dat de conductoarele de protecție ale liniei. Notațiile folosite în text sînt aceleași ca în articolul precedent, iar calculele numerice sînt făcute pentru același portal din beton armat, astfel încît rezultatele obținute și concluziile să constituie continuarea firească a studiului din articolul citat.

*

Suporții-portal de susținere studiați sînt alcătuiți din doi stîlpi centrifugați tronconici de 20 m lungime și o traversă centrifugată cilindrică de 9 m lungime, asamblate cu ajutorul a două piese prefabricate din beton armat (fig. 1).

Distanța dintre suporți este de ordinul a 240 m.

De traversă sînt suspendate, prin lanțuri de izolatoare și cleme cu alunecare, trei conductoare active OlAl 150/25, iar la extremitatea superioară a stîlpilor sînt fixate două conductoare de protecție din cablu de oțel de 50 mm².

Stîlpii sînt încastrați în teren, fie prin fundații de beton simplu, fie prin fundații prefabricate din beton armat.

Cazurile de avarii ale liniei, prevăzute în „Prescripțiile pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică peste 1 000 V" MEEIE, 1952, sînt la ruperea conductorului activ care dă cel mai mare moment încovoietor în stîlpi, sau a conductorului activ care dă cel mai mare

N. Borza este inginer șef de proiect în ISPE

*) Ing. O. Nedelcu și ing. N. Borza: *Contribuții la calculul suporților-portal de susținere a liniilor de 110 kV simplu circuit*. Revista „Energetica" nr. 12/1957.

moment de răsucire. În ambele cazuri, conductoarele de protecție se consideră că nu sînt rupte. Este ușor de văzut că pentru suportul-portal este suficient să se examineze ruperea unui conductor activ suspendat de consola

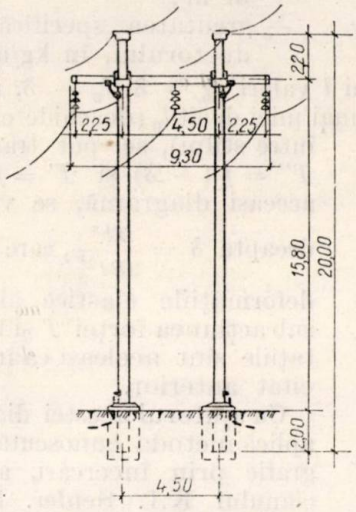
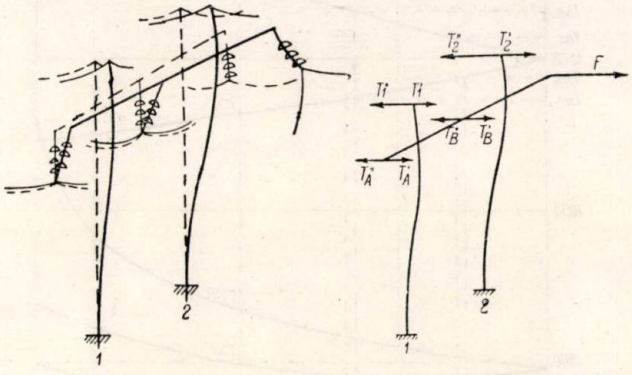


Fig. 1. Suport-portal de susținere pentru linii de 110 kV, pe stîlpi de beton armat centrifugat.

traversei, acesta conducînd la solicitările cele mai mari în stîlpi. În această situație, suportul, lanțurile de izolatoare și conductoare se deformează ca în fig. 2, luînd naștere următoarele forțe exterioare :

a) Forța F — tracțiunea din conductorul activ nerupt — înainte de alunecarea sa de pe suport sau de declanșarea sa de pe clemă (forța Glazunov). Valoarea acestei forțe de-



a) *b*)

Fig. 2. Schema deformațiilor și forțelor.

pinde, în mare măsură, de condițiile în care se produce ruperea, de felul în care conductorul și clema sînt acoperite cu gheață etc. Există unele formule empirice pentru determinarea ei; în condițiile liniilor ce se execută în R.P.R., se obișnuiește să se admită că valoarea maximă ce poate fi luată de această forță este de 500 kg, în timpul iernii, cînd clema poate fi blocată de gheață și de circa 150 kg la temperaturi deasupra lui 0°.

b) Forțele T'_B, T''_B și T'_A, T''_A, tensiunile din perechile de conductoare active A și B înainte. Din cauza înclinării lanțurilor de izolatoare, punctele de suspensie ale acestor conductoare se deplasează foarte puțin față de poziția inițială, astfel încît diferențele $T''_A - T'_A$ și $T''_B - T'_B$ sînt practic neglijabile.

c) Forțele T'_1, T''_1 și T'_2, T''_2, care iau naștere în conductoarele de protecție, din cauza deplasărilor extremităților superioare ale stîlpilor unde sînt fixate conductoarele de protecție. Se produce astfel mărirea unei deschideri și micșorarea celeilalte, ceea ce provoacă creșterea, respectiv micșorarea forței T_1 la valorile T''_1, respectiv T'_1. Variațiile forței T_1 (și T_2) crescînd mai mult decît liniar cu variația deschiderii, produc forțe importante. Aceste forțe $T''_1 - T'_1 = T_1$, $T''_2 - T'_2 = T_2$, fiind — de fapt — reacțiuni care iau naștere în reazemele elastice ale extremităților superioare ale stîlpilor, sînt totdeauna opuse forței F și micșorează mult momentele încovoietoare din stîlpii portalului (fig. 3).

În unele țări, de exemplu în R.P. Chineză, se dă o deosebită importanță acestei acțiuni a conductoarelor de protecție, considerînd partea superioară a stîlpilor articulată fix în spațiu, ceea ce constituie, desigur, o ipoteză îndrăzneață. În alte țări, nu se ține seamă de existența conductoarelor de protecție, lăsînd ca acțiunea lor să constituie un supliment de coeficient de siguranță. La noi, deși prescripțiile prevăd că în caz de avarii conductoarele de protecție rămîn intacte, practic nu se ține seamă de existența lor.

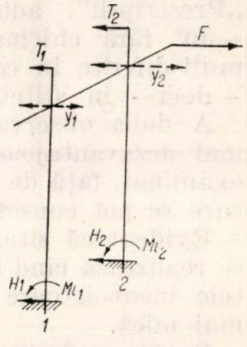


Fig. 3. Schema forțelor de calcul.

Examinarea efectului real al acestor conductoare constituie obiectul lucrării de față.

d) Reacțiunile H_1, M_1, și H_2, M_2, care iau naștere în fundațiile stîlpilor. Mărimea lor, în special a momentelor de încastrare, depinde — în mare măsură — de gradul de încastrare realizat. În cazul fundațiilor executate la adîncime, suficient de mare și în condiții tehnice bune, încastrarea se poate considera perfectă, ipoteză care va fi adoptată în acest studiu.

Felul în care este realizată legătura dintre traversă și stîlpi are o mare importanță la conlucrarea celor doi stîlpi și la repartizarea eforturilor dintre ei, fapt ce se pune în evidență prin valoarea reacțiunilor interioare Y_1 și Y_2 dintre traversă și stîlpi. Indiferent însă dacă traversa este articulată sau încastrată în stîlpi, este evident că stîlpul 2 mai apropiat

de forța F va fi mai puternic solicitat decît stîlpul *1*.

2. Forțele T din conductoarele de protecție

Înainte de a începe dezvoltările teoretice, este necesar să examinăm unele aspecte ale forțelor T_1', T_1'', respectiv T_2', T_2''.

O primă observație este aceea că va trebui să examinăm mai multe stări ale conductoarelor — în speță cele trei stări prevăzute în „Prescripții", adică +40°, −5° și chiciură, −30° fără chiciură, care conduc la eforturi mult diferite în conductoarele de protecție și —deci— în stîlpii portalului.

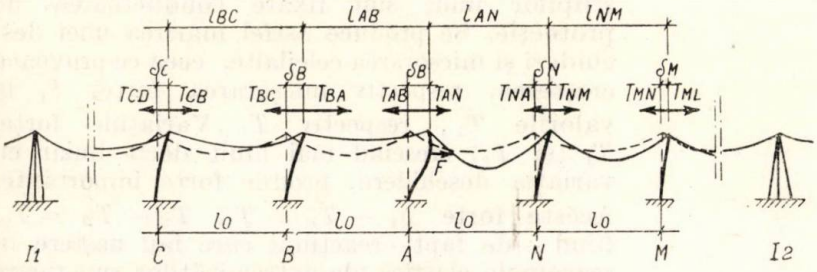


Fig. 4. Deformația stîlpilor și conductoarelor de protecție în lungul liniei.

A doua observație se referă la poziția cea mai dezavantajoasă a suportului de susținere examinat, față de suporții de întindere a liniei, care se pot considera puncte fixe.

Evident că situația cea mai dezavantajoasă se realizează cînd forța T, care reduce momentele încovoietoare din stîlp, are valoarea cea mai mică.

Pentru ca forța $T = T'' - T'$ (sau cu notația din fig. 4 $T_A = T_{AB} - T_{AN}$) să fie cît mai mică, trebuie ca forța T_{AB} să crească cît mai puțin, deci distanța dintre suporții A și B să se mărească cît mai puțin, iar forța T_{AN} să se micșoreze cît mai puțin, deci distanța dintre suporții A și N să scadă cît mai puțin. Aceasta se va întîmpla cînd stîlpii B și N vor avea cele mai mari posibilități să se deformeze spre stîlpul A, deci cînd și ei — la rîndul lor — vor fi legați de alți stîlpi cît mai puțin „ținuți", deci cînd pînă la suportul de întindere se află cît mai mulți suporți flexibili (fig. 4).

Înainte de stabilirea relației între efortul din conductorul de protecție și deformația stîlpilor, se va calcula efortul T' în funcție de variația deschiderii, cu ajutorul formulei:

$$T'_{resp}\ T'' = s\sqrt{\frac{l^3\gamma^2}{24\,(L-l)}},$$

în care:

T'' este efortul din conductorul de protecție, în kg;

s — secțiunea conductorului de protecție, în mm²;

l — distanța între extremitățile stîlpilor (coarda conductorului), în m;

L — lungimea desfășurată a conductorului între doi stîlpi, în m;

γ — greutatea specifică a conductorului, în kg/m/mm².

Dînd lui l valori $l_0 + \delta$, $l_0 - \delta$, mai mari, respectiv mai mici decît l_0 (deschiderea teoretică între stîlpi), se pot trasa curbele $T'' = f(+\delta)$ și $T' = f(-\delta)$. Pe aceeași diagramă, se va trasa și dreapta $\delta = \frac{Th^3}{3EI_S^{\delta F}}$, care reprezintă deformațiile elastice ale stîlpului sub acțiunea forței T și în care notațiile sînt aceleași ca în articolul citat anterior.

Cu ajutorul acestei diagrame, se aplică metoda cunoscută, de calcul grafic prin încercări, a academicianului K.I. Senfer. În fig. 5, este redat acest calcul pentru suporții de susținere centrifugați și conductoarele (la −5° și polei) folosite în R.P.R., în ipoteza că deplasarea δ_A a stîlpului cu conductor rupt influențează cîte două deschideri, înainte și după acest stîlp. O serie de încercări făcute cu mai mult de 2 × 2 deschideri arată că epura se complică

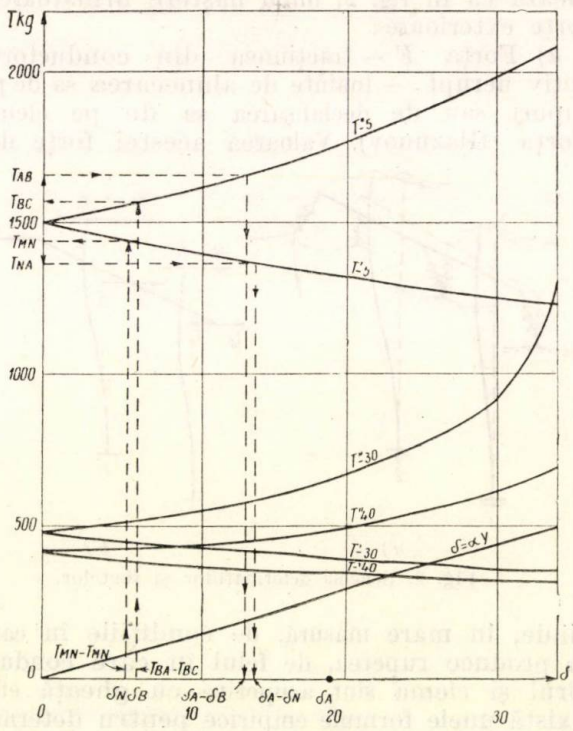


Fig. 5. Calculul grafic al eforturilor din conductoare.

inutil, fără ca rezultatele să fie influențate sensibil.

Se stabilește astfel valoarea forței T_A, care corespunde unei anumite deplasări δ_A a stîlpului;

repetînd calculul grafic pentru alte valori, se poate trasa prin puncte curba $T = f(\delta)$ pentru $-5°$. Analog, se trasează curbele $T = f(\delta)$ pentru celelalte stări ($+40°$ şi $-30°$ fără polei)

Făcînd calculele numerice asupra suporţilor folosiţi se observă că, pentru valori ale lui δ corespunzătoare eforturilor T practic realizabile, aceste curbe se apropie foarte mult de linia dreaptă. De această observaţie ne vom servi mai tîrziu pentru stabilirea unei metode mai simple de calcul.

3. Calculul suporţilor-portal cu traverse articulate

La baza metodei de calcul, ce se va stabili pentru calculul static al suporţilor-portal cu traversa articulată şi ţinînd seamă de conductoarele de protecţie, stau următoarele premize:

a) cei doi stîlpi sînt identici şi perfect încastraţi în terenul de fundaţie;

b) forţa F produsă prin ruperea unui conductor activ de pe consolă este paralelă cu axul liniei; valoarea ei se ia de 500 kg în condiţiile de iarnă şi 150 kg în condiţiile de vară;

c) se neglijează în calcule conductoarele active nerupte;

d) deformaţiile elastice şi deplasările suporţilor şi traversei fiind mici, se contează pe proporţionalitatea dintre forţe şi deformaţii, neglijînd efectele de ordinul II;

e) traversa se consideră legată de stîlpi prin articulaţii complete, aşa încît nici în stîlpi şi nici în traversă nu pot lua naştere eforturi de torsiune. Reacţiunile traversei pe stîlpi vor fi deci $Y_2 = F\frac{a+b}{b}$ şi $Y_1 = -F\frac{a}{b}$ (fig. 6), iar întregul suport se va deforma ca în fig. 7, adică stîlpul apropiat de forţa F se va deforma în sensul forţei, iar celălalt stîlp în sens contrar.

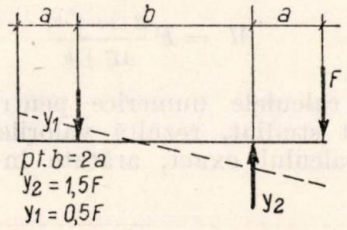


Fig. 6. Schema reacţiunilor pentru traversa articulată.

Fiecare stîlp în parte se va comporta ca o consolă încastrată, acţionată de forţele T_1, Y_1, respectiv T_2, Y_2 (fig. 7).

Expresia săgeţii δ_{TT} la vîrful stîlpului tronconic, produsă de forţa T, este (fig. 8)

$$\delta_{TT} = \frac{T}{E}\sum_{0}^{h}\frac{x^2\,\Delta x}{I_x} = \frac{Th^3}{3EI_s^{\delta F}} = \alpha T, \qquad (1)$$

în care:

$$\alpha = \frac{h^3}{3EI_s^{\delta F}}\ ^{*)};$$

iar săgeata la vîrf δ_{TY}, produsă de forţa Y, este:

$$\delta_{TY} = \frac{Y}{E}\sum_{h_1}^{h}\frac{(x-h_1)\,x\,\Delta x}{I_x} = \frac{Y}{E}\,\frac{h^3}{3EI_s^{\delta F'}} = k\alpha Y \qquad (2)$$

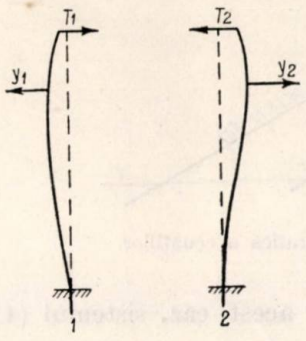


Fig. 7. Schema deformaţiei stîlpilor la portalul cu traversă articulată.

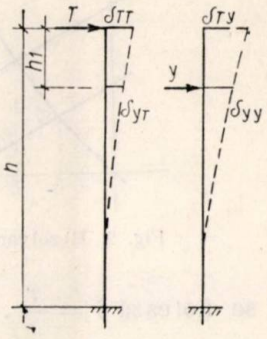


Fig. 8. Schema deformaţiilor la stîlpi.

în care, pe lîngă notaţiile din articolul precedent, s-a introdus notaţia:

$$k = \frac{I_s^{\delta F}}{I_s^{\delta F'}}.$$

Săgeata totală la vîrf va fi:

$$\delta = \delta_{TY} - \delta_{TT} = \frac{h^3}{3EI_s^{\delta F}}(kY - T) = \alpha\,(kY - T). \qquad (3)$$

Totodată, din deformaţia conductoarelor, vom avea:

$$T = f(\delta) \text{ sau } \delta = \varphi(T).$$

Egalînd expresiile deformaţiilor, se obţine:

$$\begin{aligned} \delta_1 &= \alpha\,(kY_1 - T_1) = \varphi\,(T_1), \\ \delta_2 &= \alpha\,(kY_2 - T_2) = \varphi\,(T_2). \end{aligned} \qquad (4)$$

în care constantele au expresiile:

$$Y_1 = -F\frac{a}{b};$$

$$Y_2 = F\frac{a+b}{b};$$

$$\alpha = \frac{h^3}{3EI_s^{\delta F}};$$

$$k = \frac{I_s^{\delta F}}{I_s^{\delta F'}}.$$

*) Notaţia α este singura diferită de notaţiile din articolul citat.

Rezolvarea acestor ecuații neliniare se poate face prin încercări, sau folosind reprezentarea grafică din fig. 9.

Pentru simplificarea rezolvării acestui sistem, ținînd seamă de alura aproape rectilinie a curbei $\delta = \varphi(T)$, nu se fac erori sensibile dacă

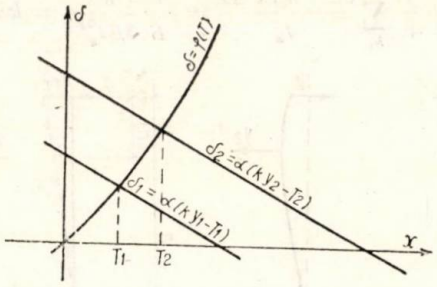


Fig. 9. Rezolvarea grafică a ecuațiilor.

se notează $\delta = \frac{T}{t}$. În acest caz, sistemul (4) se reduce la două ecuații de gradul I:

$$\begin{aligned} \alpha(kY_1 - T_1) &= \frac{T_1}{t} \\ \alpha(kY_2 - T_2) &= \frac{T_2}{t} \end{aligned} \qquad (5)$$

cu soluțiile

$$T_1 = Y_1 \frac{\alpha k}{\alpha + \frac{1}{t}} = mY_1 \text{ și } T_2 = Y_2 \frac{\alpha k}{\alpha + \frac{1}{t}} = mY_2 \qquad (6)$$

Mai departe, calculul stîlpilor nu prezintă nici o dificultate. Momentele de încastrare în fundațiile stîlpilor vor fi:

Stîlpul $1 \cdots M_{i1} = T_1 h - Y_1 (h - h_1)$; (7)

Stîlpul $2 \cdots M_{i2} = T_2 h - Y_2 (h - h_1)$. (8)

4. Calculul suporților-portal cu traversa încastrată

Un calcul exact ar presupune ca, pe lîngă premisele (a—d) de la cap. 3, care ar rămîne neschimbate, să se modifice premisa (e), considerînd între traversă și stîlpi o legătură de încastrare perfectă. Aceasta ar conduce la apariția momentelor de torsiune în cei doi stîlpi și în riglă și la o repartiție esențial diferită a reacțiunilor Y_1 și Y_2 dintre traversă și riglă, făcînd ca amîndoi stîlpii să se deformeze în sensul forței F (fig. 2).

Tratînd problema ca în cazul portalului cu traversă încastrată, dar fără conductoare de protecție (articolul citat din revista „Energetica" nr. 12/1957) și ținînd seamă de considerațiile asupra conductoarelor expuse pînă acum, rezultă un sistem de șapte ecuații, dintre care două sînt neliniare, pentru aflarea celor șapte necunoscute Y_1, Y_2, T_1, T_2, M_1, M_2 și M_i. Chiar dacă facem aproximația $\delta = \frac{T}{t}$ și deci $T_1 = mY_1$, $T_2 = mY_2$, rămîne un sistem liniar de ordinul 5, a cărui rezolvare este prea laborioasă pentru a interesa în practică.

Se poate obține însă o simplificare remarcabilă a calculelor, dacă se consideră că traversa este perfect rigidă la încovoiere și total deformabilă la răsucire. Astfel, numărul necunoscutelor se reduce cu două, cele două momente de răsucire din stîlpi fiind egale $M_1 = M_2 = M$, iar momentul de răsucire din traversă fiind nul — $M_3 = 0$.

Pentru a putea face uz de această ipoteză simplificatoare, se vor calcula întîi eforturile Y_1, Y_2 și M pentru portalul fără conductoare de protecție și se vor compara rezultatele numerice cu cele obținute în calculul exact expus în articolul citat.

Ecuațiile de echilibru vor fi:

$$Y_1 + Y_2 - F = 0; \qquad (9)$$

$$(a + b) Y_1 + aY_2 - 2M = 0, \qquad (10)$$

iar ecuația de deformații:

$$b\theta = \delta_2 - \delta_1, \qquad (11)$$

care se va scrie:

$$b \frac{Mh}{GIps} = \frac{h^3}{3EI_s^{\delta F}} (Y_2 - Y_1),$$

sau cu notațiile cunoscute:

$$b\beta M = \alpha (Y_2 - Y_1) \qquad (11')$$

Rezolvînd acest sistem de ecuații și notînd $\frac{\alpha}{b\beta} = E$, rezultă:

$$\begin{aligned} Y_1 &= F \cdot \frac{2E - a}{4E + b} \\ Y_2 &= F \cdot \frac{2E + a + b}{4E + b} \\ M &= F \frac{E(2a + b)}{4E + b}. \end{aligned} \qquad (12)$$

Făcînd calculele numerice pentru portalul centrifugat studiat, rezultă valorile și erorile față de calculul exact, arătate în tabela 1.

Tabela 1

Efortul	Rezultate obținute prin		Eroare
	Calcul aproximativ	Calcul exact	
Y_1	0,372 F	0,215 F	+ 42,5%
Y_2	0,628 F	0,785 F	— 25,0%
M_1	0,195 F	0,127 F	+ 35,0%
M_2		0,198 F	— 1,5%
M_3	—	0,087 F	—

Se vede că la efortul Y_2, care dimensionează construcția, metoda aproximativă dă rezultate cu 25% mai mici. Cum efortul din conductorul

de protecție este aproape proporțional cu reacțiunea Y, se poate trage concluzia că, și la calculul aproximativ al portalului cu conductoare de protecție eroarea va fi tot cu circa 25% în minus față de calculul exact. Cu aceste observații se poate trece la calculul portalului cu traversă încastrată, necunoscutele fiind Y_1, Y_2, T_1, T_2 și M, iar aspectul deformațiilor cel din fig. 10.

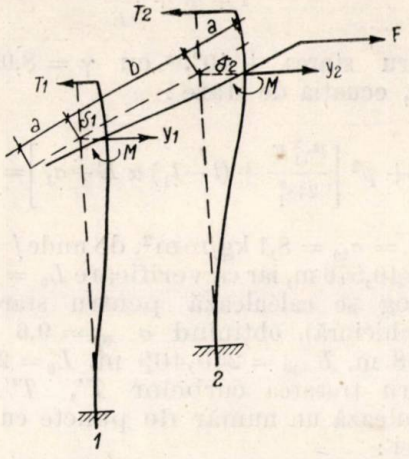


Fig. 10. Schema deformațiilor și forțelor de calcul la portalul cu traversa încastrată.

Ecuațiile vor fi :

$$Y_1 + Y_2 = F, \tag{9}$$

$$(a+b)\ Y_1 + aY_2 - 2M = 0, \tag{10}$$

$$b\theta = \delta_2 - \delta_1, \tag{11}$$

în care : $\theta = \frac{hM}{GI_p} = \beta M$, iar δ_2 și δ_1 — săgețile stîlpilor la nivelul traversei sub acțiunea forțelor T și Y.

Cu notațiile din fig. 8, expresiile săgeților δ_2 și δ_1 pentru stîlpi tronconici vor fi :

$$\delta_{YT} = \sum_{h_1}^{h} \frac{T \cdot x\,(x-h_1)\Delta x}{EI_x} \tag{12}$$

$$\delta_{YY} = \sum_{h_1}^{h} \frac{Y\,(x-h_1)^2\,\Delta x}{EI_x} \tag{13}$$

$$\delta_1,\ \delta_2 = \delta_{YY} - \delta_{YT}$$

iar ecuația (11) devine :

$$b\beta M = \frac{1}{E}\left(Y \sum_{h_1}^{h} \frac{(x-h_1)^2 \Delta x}{I_x} - T \sum_{h_1}^{h} \frac{x\,(x-h_1)\Delta x}{I_x} \right).$$

Notînd :

$$\sum_{h_1}^{h} \frac{(x-h_1)^2\,\Delta x}{I_x} = \frac{h^3}{3I_s'}; \qquad \sum_{h_1}^{h} \frac{x\,(x-h_1)\,\Delta x}{I_x} = \frac{h^3}{3I_s^{\delta F'}}$$

$$\frac{I_s^{\delta F}}{I_s'} = k' \quad \text{și} \quad \frac{I_s^{\delta F}}{I_s^{\delta F'}} = k,$$

ecuația (11) se va scrie :

$$b\beta M = \alpha k' (Y_2 - Y_1) - \alpha k (T_2 - T_1) \tag{11''}$$

Egalitatea săgeților extremităților superioare ale stîlpilor, din încovoiere și din acțiunea conductoarelor de protecție, se scrie cum s-a arătat la cap. 3 :

$$\begin{aligned} \alpha(kY_2 - T_2) &= \varphi(T_2) \\ \alpha(kY_1 - T_1) &= \varphi\ (T_1) \end{aligned} \tag{4}$$

sau, cu aproximația dependenței liniare dintre δ și T :

$$T_2 = Y_2 \frac{\alpha k}{\alpha + \frac{1}{t}} = mY_2 \text{ și analog } T_1 = mY_1, \tag{6}$$

iar ecuația (1) se va scrie în formă finală :

$$Y_1\alpha(mk-k') - Y_2\alpha(mk-k') - b\beta M = 0. \tag{11'''}$$

Sistemul de ecuații va fi :

$$\begin{aligned} Y_1 + Y_2 - F &= 0; \\ (a+b)\ Y_1 + aY_2 - 2M &= 0; \\ \alpha(mk-k')\ Y_1 - \alpha\ (mk-k')\ Y_2 - b\beta M &= 0. \end{aligned} \tag{14}$$

Rezolvînd acest sistem și notînd $\alpha\ (mk-k') = N$, obținem :

$$Y_1 = F \frac{ab\beta + 2N}{4N - b^2\beta}; \tag{15}$$

$$Y_2 = F - \frac{(a+b)b\beta + 2N}{4N\ b^2\beta}; \tag{16}$$

$$M = F \frac{(2a+b)\,N}{4N - b^2\beta}. \tag{17}$$

Cunoscînd forțele T și Y, cum și momentul de răsucire M, stîlpii pot fi dimensionați cu ușurință.

Metoda de calcul simplificată expusă prezintă inconvenientul că neglijează momentul de răsucire din traversă. O valoare acoperitoare a sa se poate determina comparînd deformațiile portalului fără conductoare de protecție (fig. 9 din articolul citat) cu deformațiile portalului cu conductoare de protecție (fig. 10). Se observă că, în ultimul caz, răsucirea specifică a traversei este mai mică decît în primul caz, fiindcă forțele T de la vîrful stîlpilor micșorează încovoierea acestora.

Se va putea, deci, considera cu suficientă aproximație că momentul de răsucire din traversă are jumătate din valoarea momentului de răsucire din stîlpul *2*, prin analogie cu rezultatele obținute la calculul portalului fără conductoare de protecție.

Momentele încovoietoare din traversă se pot calcula ușor, ca la o grindă simplă cu console.

5. Aplicație numerică

Pentru a putea trage concluzii practice asupra acestei metode de calcul, vom efectua calculele pentru portalul de susținere din beton armat centrifugat folosit în R.P.R., considerînd

pe rînd traversa articulată și încastrată, în condițiile prevăzute de „Prescripțiuni", adică :

— temperatura + 40° $F = 150$ kg ;
— temperatura — 5° cu polei $F = 500$ kg ;
— temperatura — 30° fără polei $F = 500$ kg.

a) Datele de bază ale stîlpilor și traversei.

Pe lîngă dimensiunile cotate în fig. 1, avem :

stîlpul :

h de calcul = 18,00 m ;
$h' = 2{,}00$ m ;
diametrul exterior 50—23 cm ;
diametrul interior 34—14 cm ;

traversa :

$a = 2{,}25$ m ;
$b = 4{,}50$ m ;
diametrul exterior = 25 cm ;
diametrul interior = 15 cm ;

marca betonului B 400. $E = 240\,000$ kg/cm^2,
$G = 0{,}425\ E = 102\,000$ kg/cm^2.

Momentele de inerție ale traversei și cele echivalente ale stîlpului, calculate prin sume, sînt :

$$I_p = 124\,600 \text{ cm}^4 ;$$

$$I_s^{\delta F} = 118\,000 \text{ cm}^4 ;$$

$$I_s^{\delta F'} = 150\,000 \text{ cm}^4 ;$$

$$I' = 184\,000 \text{ cm}^4 ,$$

iar coeficienții rezultă :

$$k = \frac{I_s^{\delta F}}{I_s^{\delta F}} = \frac{118\,000}{150\,000} = 0{,}785 ;$$

$$k' = \frac{I_s^{\delta F}}{I'} = \frac{118\,000}{184\,000} = 0{,}642 ;$$

$$\alpha = \frac{h_3}{3EI_s^{\delta F}} = \frac{1\,800^3}{3 \times 240\,000 \times 118\,000} = 0{,}0687 \text{ cm/kg} ;$$

$$\beta = \frac{h}{GI_p} = 1{,}26 \times 10^{-7} .$$

b) *Elemente de calcul pentru conductoarele de protecție*

Considerînd că datele de bază sînt luate pentru starea —5° și chiciură :

— distanța dintre suporți $l = 240{,}00$ m ;
— săgeata maximă $f = 8{,}00$ m ;
— greutatea specifică (inclusiv chiciura) $\gamma = 3{,}33 \times 10^{-2}$ kg/mm^2/m ;
— coeficient de dilatare termică $\alpha_t = 11 \times 10^{-6}$;
— modulul de elasticitate oțel $E = 2{,}1 \times 10^4$ kg/mm^2,

rezultă :

$$\sigma_{-5} = \frac{\gamma l^2}{8f} = 30 \text{ kg/mm}^2 ;$$

$$L_{-5} = l + \frac{8}{3}\frac{f^2}{l} = 240{,}71 \text{ m} ;$$

$$L_0 = \frac{L_{-5}}{1 + \alpha t + \frac{\sigma}{E}} = 240{,}38 \text{ m}.$$

Pentru starea + 40°, cu $\gamma = 8{,}08 \times 10^{-3}$ kg/cm^2, ecuația de stare :

$$p^3 + p^2 \left[\frac{l^2 \gamma_1^2 E}{24\sigma_1^2} + (t - t_1)\alpha_t E - \sigma_1 \right] = \frac{l^2 \gamma^2 E}{24}$$

ne dă $p = \sigma_{40} = 8{,}1$ kg/mm^2, de unde $f = 7{,}18$m, $L_{40} = 240{,}576$ m, iar ca verificare $L_0 = 240{,}38$m.

Analog se calculează pentru starea —30° (fără chiciură), obținînd $\sigma_{-30} = 9{,}6$ kg/mm^2, $f = 6{,}08$ m, $L_{-30} = 240{,}409$ m, $L_0 = 240{,}38$ m.

Pentru trasarea curbelor T', $T'' = f(\delta)$, se calculează un număr de puncte cu ajutorul formulei :

$$\sigma_t = \sqrt{\frac{l_i^3 \gamma^2}{24(L_t - l_i)}} .$$

Rezultatele calculelor referitoare la conductoare sînt înscrise în tabela 2.

Cu ajutorul cifrelor din această tabelă, se trasează curbele din fig. 5.

Pe aceste diagrame — bineînțeles desenate la o scară mai mare — se aplică metoda grafică de calcul a acad. K. I. Senfer (pentru patru deschideri), obținînd prin cîteva puncte curbele din fig. 11, care reprezintă relația $T = f(\delta)$.

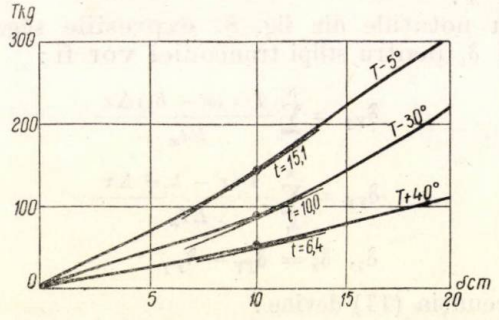


Fig. 11. Diagrama tensiunilor din conductoarele de protecție.

Știind că, în caz de avarie, săgeata la vîrf a stîlpului este de ordinul a 10 cm, vom duce tangentele la cele trei curbe în punctul $\delta = 10$ cm și vom calcula coeficienții unghiulari t respectivi, obținînd :

— pentru —5° . . . . . $t = 15{,}1$;
— pentru + 40° . . . . . $t = 6{,}4$;
— pentru —30° . . . . . $t = 10{,}0$.

Tabela 2

Elementele de calcul ale conductoarelor de protecție

Starea	γ kg/mm²/m	σ kg/mm²	f m	L_t m	T_t kg	$T'' - T_t$ (pt. + δ) și $T' - T_t$ (pt. − δ) − kg					Observații
						$\delta = \pm 0{,}1$ (m)	0.2	0.3	0.4	0.5	
− 5°, cu chiciură	3,33 $\times 10^{-2}$	30	8,00	240,71	1500	+ 120	270	475	775	1275	
						− 95	180	250	305	355	
+ 40°	8,08 $\times 10^{-2}$	8,1	7,18	240,576	359	+ 37	87	212	395	1025	
						− 34	59	79	97	111	
− 30°, fără chiciură	8,08 $\times 10^{-2}$	9,6	6,08	240,409	480	+ 70	190	422	2550	∞	
						− 50	88	118	140	160	

Cu ajutorul valorilor α, k și t, astfel determinate, calculăm valoarea coeficientului m dat de formula $m = \frac{\alpha k}{\alpha + \frac{1}{t}}$.

Rezultă:

— pentru −5°. . . . . $m = 0{,}40$;

— pentru +40° . . . . . $m = 0{,}24$;

— pentru −30° . . . . . $m = 0{,}32$.

c) *Calculul portalului cu traversa articulată*

Aplicînd formulele deduse la punctul 3, obținem:

Starea −5° cu chiciură:

$$Y_1 = -F\frac{a}{b} = -500\,\frac{225}{450} = -250 \text{ kg};$$

$$Y_2 = F\frac{a+b}{b} = 500\,\frac{675}{450} = 750 \text{ kg};$$

$$T_1 = -mY_1 = 0{,}40 \times 250 = 100 \text{ kg};$$

$$T_2 = -mY_2 = -0{,}40 \times 750 = -300 \text{ kg};$$

$$M_{i2} = T_2 h - Y_2 (h - h_1) = -300 \times 18 + 750 (18-2) = 6\,600 \text{ kgm};$$

$$M_{i1} = T_1 h - Y_1 (h - h_1) = 100 \times 18 - 250 \times \times 16 = -2\,200 \text{ kgm}$$

Starea −30° fără chiciură:

$$Y_2 = 750 \text{ kg}. \quad Y_1 = -250 \text{ kg};$$

$$T_2 = -mY_2 = -0{,}32 \times 750 = 240 \text{ kg};$$

$$M_{i2} = -240 \times 18 + 750 (18-2) = 7\,680 \text{kg m};$$

$$T_1 = mY_1 = 0{,}32 \times 250 = 80 \text{ kg};$$

$$M_{i1} = 80 \times 18 - 240 \times 16 = -2\,720 \text{ kg m};$$

Starea +40°

$$Y_2 = 150\,\frac{675}{450} = 225 \text{ kg}. \quad Y_1 = -150\,\frac{225}{450} = -75 \text{ kg};$$

$$T_2 = -mY_2 = -0{,}24 \times 225 = -54 \text{ kg};$$

$$M_{i2} = -54 \times 18 + 150 (18-2) = 1\,430 \text{ kgm};$$

$$T_1 = -m_1 Y_1 = 0{,}24 \times 75 = 18 \text{ kg};$$

$$M_{i1} = 18 \times 18 - 75 \times 16 = -876 \text{ kg m}.$$

d) *Calculul portalului cu traversa încastrată*

Calculăm în prealabil valoarea $N = (mk - k')$, obținînd

— pentru − 5° cu chiciură . . $N = 0{,}0687$ $(0{,}40 \times 0{,}785 - 0{,}642) = -0{,}0225$;

— pentru −30° fără chiciură . . $N = 0{,}0687$ $(0{,}32 \times 785 - 0{,}642) = -0{,}0268$;

— pentru +40°. . . . $N = 0{,}0687$ $(0{,}24 \times 785 - -0{,}642) = -0{,}0312$.

Folosind apoi formulele (15), (16), (6), (7), (8) și (17), se obțin valorile Y_1, Y_2, T_1, T_2, M_{i1}, M_{i2} și M_t. Valorile T, Y și M_i se vor mări cu 25% pentru a ține seamă de eroarea în minus a acestei metode aproximative de calcul, obținînd rezultatele înscrise în tabela 3.

În această tabelă se înscriu, pentru comparație, valorile reacțiunilor Y_1 și Y_2 dintre traversă și stîlpi, ale forțelor T_1 și T_2 din conductoarele de protecție, ale momentelor de încastrare în fundație a stîlpilor M_{i1} și M_{i2} și a momentului de răsucire M_t din stîlpi, calculate atît prin cele două metode indicate mai sus, cît și prin metodele exacte și aproximative în cazul neglijării efectului favorabil al conductoarelor de protecție. Datele numerice, pentru aceste cazuri, sînt extrase din articolul apărut în revista „Energetica" nr. 12/1957.

Din compararea rezultatelor, se pot trage următoarele concluzii:

1. Neglijarea în calcul a efectului favorabil al conductoarelor de protecție conduce la valori prea mari ale momentului de încastrare, M_{i2}.

În cazul traversei articulate, acest moment, în loc de 7 680 kgm, este de 9 600 kgm, respectiv 12 000 kg, adică +27%, respectiv +

Tabela 3

Eforturi în portaluri pentru linii de 110 kV

Nr. crt.	Cazul și metoda de calcul	Y_1 kg	Y_2 kg	T_1 kg	T_2 kg	M_t kgm	M_{i1} kgm	M_2 kgm	Observații
	I. Regim normal								
1	Traversa articulată	—	—	—	—	—	—	7270	
2	Traversa încastrată (cadru)	—	—	—	—	—	—	5370	
	II. Regim de avarii								F = 500 kgr pt.3, 4, 5, 6, 8, 9, 10, 11 F = 150 kgr pt.7, 12
	Traversa articulată								
	— fără conductoare de protecție —								
3	calcul exact (Y_2 = 1,5 F)	— 250	750	—	—	—	—4000	12000	
4	calcul uzual ISPE (Y_2 = 1.2 F)	— 100	600	—	—	—	—1600	9600	
	— cu conductoare de protecție —								
5	starea +5° și chiciură	— 250	750	100	— 300	—	—2200	6600	
6	„ —30° fără chiciură	— 250	750	80	— 240	—	—2720	7680	
7	„ +40° „ „	— 75	225	18	— 54	—	— 876	1430	
	Traversa încastrată								
	— fără conductoare de protecție					625			considerînd traversa rigidă la încovoiere și deformabilă la răsucire
8	Calcul exact	107,5	392,5	—	—	990	1720	6250	
9	Calcul aproximativ.	186	314	—	—	975	2980	5040	
	— cu conductoare de protecție —								
10	starea —5° și chiciură	— 140	360	56	— 144	875	—1540	4180	Valorile M_{i1} și M_{i2} sînt majorate cu 25 % pentru a se corecta eroarea în minus a metodei de calcul.
11	„ —30° fără chiciură	— 153	347	49	— 111	920	—1960	4460	
12	„ +40° fără „	— 50	100	12	— 24	280	— 730	1460	

+ 56 %, după cum se aplică metoda de calcul (3) sau (4). Comparîndu-l cu momentul de încastrare în regim normal și ținînd seamă de coeficienții de siguranță diferiți (1,8 pentru regim normal și 2,0 pentru regim de avarii), rezultă momentele de rupere:

— regim normal 2,0 × 7 270 = 14 540 kgm;

— regim avarii 1,8 × 7 680 = 13 820 kgm.

În cazul traversei încastrate, momentul de avarii M_{i2}, în loc de 4 460 kgm, este de 6 250 kgm, adică cu 40 % mai mare, în timp ce momentul în regim normal este de 5 370 kgm.

Deci, în ambele cazuri, este suficient ca solicitările de încovoiere din stîlpi, care sînt determinante pentru dimensionarea portalului, să fie calculate numai în regimul normal (vînt), care dă valori mai mari decît regimul de avarii. Pentru solicitările la răsucire ale stîlpilor, se poate folosi formula directă (12), iar pentru traversă se poate considera jumătate din această valoare.

Astfel, apar justificate prescripțiile din unele țări, care nu prevăd calculul la avarii.

2. Pentru a putea uza de această concluzie trebuie realizate neapărat premisele legate de realizarea constructivă, adică fixarea conductoarelor de protecție de capul stîlpilor prin dispozitive care să nu permită nici o mișcare a lor și realizarea unei încastrări bune în terenul de fundație.

3. În cazul cînd aceste premise sînt realizate, apare ca deosebit de economic portalul cu traversa încastrată. În acest caz, vor trebui luate măsuri constructive pentru asigurarea unei încastrări eficace a traversei în stîlpi. Pentru a pune în valoare proprietățile favorabile ale acestei scheme statice, vor trebui, de asemenea, revizuite diametrele stîlpilor și traversei.

Bibliografie

[1] Girkman și Königshoffer: *Hochspannungs-freileitungen*, Springer-Verlag. Wien (1953).

[2] Glazunov A. A.: *Rețelele sistemelor electrice*, Ed. Tehnică — București (1952).

[3] Löwenton M. și Marc D.: *O nouă metodă de dimensionare a stîlpilor liniilor de înaltă tensiune cu conductoare de protecție*, Buletinul Documentar ISPE, nr. 9—10/1957.

[4] Nedelcu O. și Borza N.: *Contribuții la calculul suporților — portal de susținere a liniilor de* 110 kV — *simplu circuit*, Revista Energetica, nr. 12 (1957).

[5] Rozanov G. M.: *Calculul mecanic al liniilor aeriene de transport de energie electrică*, Ed. Tehnică — București (1957).

621.311.25 :621.483

Utilizarea energiei mareelor

PAUL STEGĂROIU — Bucureşti

Articolul de faţă tratează despre cîteva din noile aspecte prezentate de utilizarea energiei mareelor în centrale hidroelectrice. Perfecţionarea actuală a echipamentului hidromecanic permite funcţionarea grupurilor centralei în regim de turbină sau pompă în ambele sensuri ale fluxului. Aceasta duce la îmbunătăţirea calităţii şi mărirea cantităţii energiei produse, ceea ce deschide noi perspective în dezvoltarea centralelor de maree.

Urmărindu-se utilizarea integrală a resurselor energetice, există tendinţa generală ca, în limitele economice, să se treacă la construirea de centrale electrice, care să folosească şi resurse energetice mai puţin luate în considerare pînă acum. Mergînd pe această linie, unele state, favorizate din punct de vedere geografic, şi-au îndreptat activitatea în direcţia utilizării energiei mareelor.

Încercări primitive de folosire a acestei energii au apărut, încă din secolul al XI-lea, în diferite instalaţii de mori de apă. Abia în secolul nostru au apărut însă primele instalaţii de folosire industrială a energiei mareelor, putînd cita printre acestea centralele din estuarele Aber Wrac'h din Franţa (3 200 kW) şi Rockbord din S.U.A. (350 kW). Faţă de aceste puteri instalate, relativ mici, punerea în construcţie a unei centrale de maree, cu o putere instalată de 342 000 kW (estuarul Rance în Franţa), reprezintă un uriaş pas înainte.

Ceea ce este cu adevărat nou la viitoarele centrale de maree este faptul că, prin adoptarea ciclurilor de ordin superior, se ajunge la o mare elasticitate în exploatare, centrala putînd funcţiona în orice zonă a graficului de sarcină, asigurînd astfel sistemului o putere de vîrf.

Centralele hidroelectrice de maree produc energie prin trecerea apei mării, la flux sau reflux, prin turbinele hidraulice ale centralelor-baraj, situate la gura unui golf sau a unui estuar. Căderea necesară se obţine datorită diferenţei de nivel ce apare între mare şi golf în timpul mareelor.

A. Cicluri de funcţionare şi scheme

Modul cum se face umplerea sau golirea golfului rezervor prin turbine este urmărit în ciclurile de funcţionare a centralei. Vom enumera cîteva din aceste cicluri.

1. *Ciclul de simplu efect la golire.* În acest caz, producerea de energie se face numai la golirea golfului. Apele umflate ale fluxului sînt lăsate să pătrundă în golf prin vanele barajului care închide legătura cu marea. La retragerea mării, vanele se închid şi, în acest fel, nivelul apelor din golf rămîne constant, pe cînd marea scade continuu. La momentul potrivit, cînd diferenţa de nivel dintre golful rezervor şi mare a atins o anumită valoare, se deschid vanele turbinelor şi începe faza activă producătoare de energie.

2. *Ciclul de simplu efect la umplere.* O situaţie opusă primului caz este aceea în care faza producţiei de energie are loc la umplerea golfului rezervor. În acest caz, la începerea fluxului, se închid vanele barajului şi, la momentul potrivit (cînd s-a creat căderea necesară), se deschid vanele turbinelor. În cazul ciclului de simplu efect la umplere, producţia de energie, pentru acelaşi amplasament, este mai mică decît în primul caz (în ipoteza că malurile nu sînt verticale sau în surplombă).

3. *Ciclul de dublu efect.* Reunirea celor două cicluri amintite mai sus dă ciclul de dublu efect. În acest caz, producţia de energie este mai mică decît suma energiilor celor două cicluri (pentru cazul uzinei Rance, suma energiilor reprezintă 118% din aceea corespunzătoare ciclului de simplu efect la golire, faţă de 167% cît reprezintă suma energiilor celor două cicluri luate separat). Cu toate acestea, ciclul de dublu efect este, totuşi, mai avantajos decît oricare dintre ciclurile simple. Folosirea dublului efect la centrale utilate cu grupuri clasice (turbine Kaplan cu ax vertical) duce, însă, la dificultăţi la admisia apei spre turbine şi la redarea ei în „aval". De fiecare dată, nivelul „amonte" este de altă parte a barajului şi, pentru a asigura admisia apei dintr-o singură parte, apare necesitatea unui sistem complicat de canale interioare. Printre propunerile de scheme de centrale cu grupuri clasice folosind dublul efect, amintim pe aceea a centralei de maree în *H*. Poziţia paralelă cu malurile, pe care o are sala maşinilor, permite ca, prin manevrarea vanelor, să se asigure admisia apei la turbină dintr-o singură parte, în tot timpul ciclului de dublu efect.

În momentul cînd s-a căutat ca centrala hidroelectrică de maree să dea şi o putere cît mai constantă, schemele s-au complicat şi mai mult. Soluţia propusă în rezolvarea acestei probleme a fost împărţirea golfului în două sau trei bazine, funcţionarea aproape continuă a centralei fiind asigurată de trecerea apelor dintr-un bazin în altul [2].

P. Stegăroiu este inginer, Institutul de Energetică al Acad. R. P. R.

Schemele amintite mai sus reprezintă însă soluții dificile, destul de greoaie în exploatare și, mai ales, scumpe. Digurile suplimentare și întregul echipament necesar măresc investițiile, făcînd neeconomică întreaga construcție.

S-a căutat ieșirea din acest impas, prin înlocuirea grupurilor clasice (turbine Kaplan cu ax vertical) cu grupuri axiale, care permit funcționarea în ambele sensuri de scurgere a apei, atît ca turbină cît și ca pompă. Realizarea unor grupuri axiale de puteri relativ mari a permis trecerea la construirea de centrale hidroelectrice de maree cu o mare elasticitate în exploatare. În cadrul grupurilor axiale, întîlnim un număr mare de soluții; voma minti aici doar grupurile-bulb.

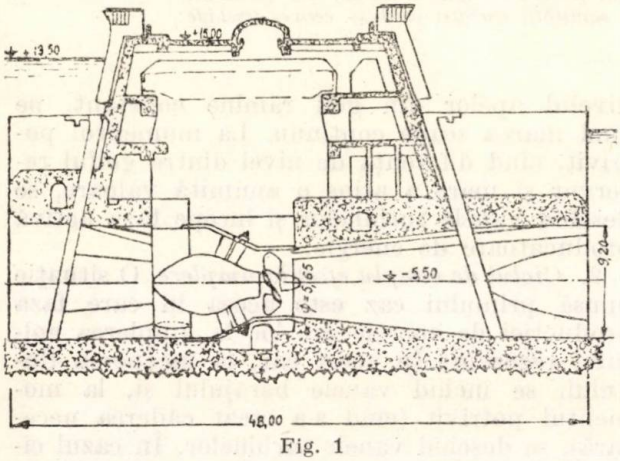


Fig. 1

Uzina Rance, de exemplu, va folosi grupuri-bulb de 9 000 kW. I s-a dat denumirea de grup-bulb deoarece, spre deosebire de alte grupuri axiale, generatorul electric este așezat într-un bulb, situat în prelungirea rotorului turbinei (fig. 1). Amplasarea generatorului într-un bulb închis etanș a permis realizarea unei construcții mai sigure (un model similar de turbină a fost experimentat și la noi în țară încă din anul 1930 [3]).

Prin montarea turbinei și a generatorului într-un singur bloc, operațiile de montare și demontare în caz de revizie sau defect se simplifică mult, întreaga operație făcîndu-se cu ușurință prin golul special prevăzut în corpul barajului. Trebuie remarcat faptul că adoptarea grupurilor-bulb permite amplasarea transformatoarelor și a tuturor instalațiilor anexe în corpul barajului.

B. Avantajul folosirii grupurilor axiale

Pentru a scoate în evidență avantajele prezentate de folosirea grupurilor-bulb, vom da cîteva din datele proiectului hidrocentralei de maree Rance, în două variante (grupuri clasice și grupuri-bulb).

În cazul utilării centralei Rance cu grupuri clasice verticale (proiect 1951), se prevedea instalarea a 26 de grupuri Kaplan cu o putere unitară de 8 000 kW, adică o putere instalată de 208 000 kW. În baraj se mai prevedeau zece orificii de golire pentru diferite manevre de umplere și golire a golfului, cum și o ecluză pentru navigație. Datorită condițiilor topografice favorabile (fig. 2), lungimea totală a barajului era prevăzută a fi de 700 m. Exploatarea centralei Rance, la utilarea ei cu grupuri clasice, urma să se facă prin simplu efect de golire, fără pompare, producția de energie fiind estimată la 550 mil. kWh.

Noua variantă (proiect 1955) renunță la grupurile clasice, utilarea centralei făcîndu-se cu 38 de grupuri-bulb, cu o putere unitară de 9 000 kW, adică o putere instalată de 342 000 kW. Turbina de tip Kaplan are palele reglabile la un unghi de peste 200°, bulbul cu alternatorul fiind situat în amonte de rotor. Turația turbinei este de 88,2 rot/min.

Ca și în prima variantă, barajul are o lungime de circa 700 m, cota coronamentului fiind + 15 m, iar nivelul maxim + 13,5 m.

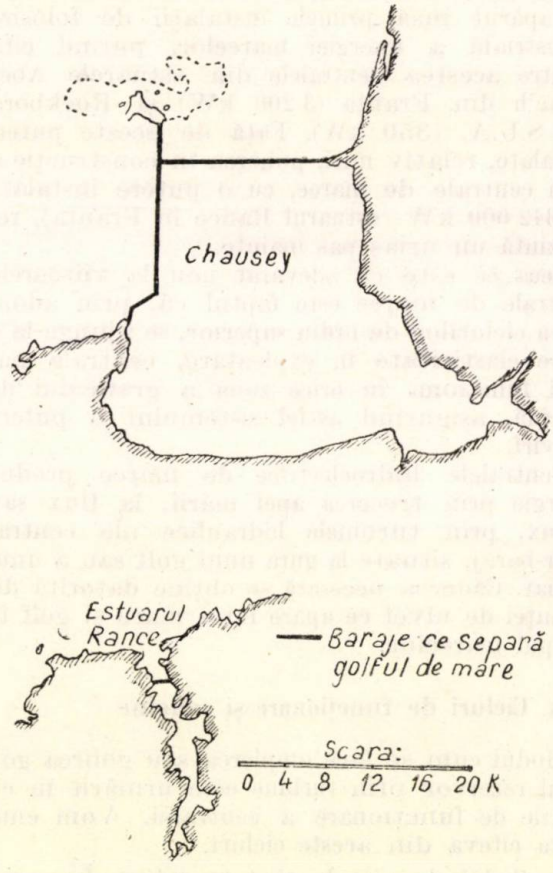


Fig. 2. Amplasamentele Rance și Chausey.

La o putere instalată de 342 000 kW producția de energie, considerînd funcționarea pe baza ciclurilor de ordin superior, este estimată la 820 mil. kWh. Puterea de vîrf asigurată este de 280 000 kW (media energiei produse în orele de vîrf de iarnă), iar puterea garantată este de 140 000 kW (media energiei produse în

orele de sarcină medie, în timpul iernii). Investiția totală, după calculele făcute în 1954 se ridică la 32 miliarde franci.

Avantajul grupurilor-bulb reiese clar din cifrele de mai sus, dacă luăm în considerare surplusul de energie și marea elasticitate realizată de către centrala Rance în cea de-a doua variantă.

C. Energetica centralelor de maree

Posibilitatea construirii de centrale hidroelectrice de maree apare numai pe coastele dantelate ale oceanelor, unde amplitudinea oscilațiilor fluxului și refluxului poate atinge valori mai mari. În general, capacitatea energetică a unui golf sau estuar se exprimă în kWh/km² de bazin. Printre regiunile de pe glob cu maree favorabile, citățm : Marea Mînecii, Marea Nordului, Marea Irlandei, strîmtoarea Behring etc.

Privind lucrurile sub aspectul posibilităților de folosire a energiei mareelor, Franța apare ca făcînd parte dintre țările favorizate, întrucît are o coastă dantelată cu maree, ajungînd la circa 13 m amplitudine. După unele estimații, Franța ar putea produce în centrale de maree cîteva zeci de miliarde kWh anual. Alături de centrala Rance, despre care am amintit, s-ar putea instala în condiții economice multe alte centrale, dintre care amintim de centralele Chausey din golful Mont Saint Michel și Minquiers, pentru fiecare din ele prevăzîndu-se o putere instalată de 10—15 mil. kW. Condiții optime pentru amplasarea centralelor de maree se găsesc în multe alte regiuni ale globului, printre care citățm : Severn în Anglia, Petitcodiac și Memrancook în Canada, Passamaquaddy în S.U.A. etc.

Studiul energetic amănunțit al centralelor de maree cere urmărirea îndeaproape a periodicității fenomenului. S-a observat că mareele se reproduc aproape identic după 223 de perioade lunare (circa 18 ani), formînd așa-zisa perioadă caldeeană. În mod normal, studiile nu se fac pe perioade atît de mari. Calculîndu-se energia disponibilă în decursul diferiților ani, s-a ajuns la concluzia că nu avem o diferență evidentă, fapt care ne permite să afirmăm că, pentru centralele de maree, nu există ani ploioși sau ani secetoși. Între două perioade lunare (29,5 zile), diferența de energie este de circa 5% față de valoarea medie, deci nu avem luni „secetoase" sau „ploioase". O mai mare diferență se observă în variația de la o zi la alta, raportul între cele mai mari și cele mai slabe producții de energie fiind de ordinul 8.

Exploatarea modernă a centralelor hidroelectrice de maree se bazează pe folosirea ciclurilor de ordin superior, care urmăresc succesiunea optimă de funcționare ca turbină sau pompă în decursul a două, trei sau mai multe perioade ale mareei.

Energia consumată din rețea la pompare, cum și cea debitată în rețea la funcționarea ca turbină pot fi exprimate prin relații matematice care țin seamă de variația nivelelor — z — cum și de forma suprafeței golfului — funcția $S(z)$. Astfel, pentru ciclul în care se folosesc două pompări și două funcționări ca turbină într-o singură perioadă de maree, considerînd ca moment inițial acela în care marea și golful se găsesc la nivelul minim dat de reflux, vom avea următoarele faze :

1. Prin pompare se coboară nivelul din golf de la $z = 0$ la B, iar energia consumată din rețea este :

$$E_{p_1} = \int_{z=0}^{-B} \gamma S(z)\, z\, dz.$$

2. În timpul fluxului, umplerea bazinului se face prin turbine, debitîndu-se energie în rețea :

$$E_{t_1} = \int_{z=-B}^{H} \gamma S(z)\, (H - z)\, dz.$$

3. La flux, cînd marea și golful au același nivel, se ridică nivelul apei din rezervor printr-o pompare suplimentară pînă la nivelul C :

$$E_{p_2} = \int_{z=H}^{C} \gamma S(z)\, (z - H)\, dz.$$

4. La scăderea nivelului mării, se trece din nou la o fază activă producătoare de energie :

$$E_{t_2} = \int_{z=0}^{C} \gamma S(z)\, (z - H)\, dz.$$

Cantitatea totală de energie va fi dată de expresia :

$$T_{ToT} = E_{t_1} + E_{t_2} - (E_{p_1} + E_{p_2}) =$$

$$= \gamma H \int_{z=-B}^{C} S(z)\, dz = \gamma H\, (V_b + V_{p_1} + V_{p_2}).$$

Este demn de remarcat faptul că însăși alegerea poziției barajului în estuar este de o mare importanță, alegerea judicioasă a lungimii rezervorului putînd duce la apariția fenomenului de rezonanță, favorabil creșterii amplitudinii mareelor în estuar. În cazul unui rezervor de lungime L, cu secțiune dreptunghiulară și adîncimea t, frecvența naturală va fi :

$$T = \frac{2\,L}{\sqrt{g\,t}}.$$

Dacă această frecvență naturală se apropie de aceea a mareei, oscilațiile vor fi întărite prin apariția fenomenului de rezonanță. Calculele au arătat că folosirea acestui fenomen ar duce la o creștere a mareei cu 10%.

Marea elasticitate a centralelor de maree se explică prin diversitatea ciclurilor de funcționare. Astfel, dacă luăm în considerare numai o

singură maree (ciclul de ordinul I), vom avea patru funcționări distincte ale grupurilor :

t — funcționarea ca turbină în sens direct ;
t' — funcționarea ca turbină în sens invers ;
p — pomparea în sens invers ;
p' — pomparea în sens direct.

Combinarea celor patru funcționări posibile dă $2^4 = 16$ cicluri, dintre care 8 sînt pozitive (t, t', $p't$, pt', tt', $p'tt'$, tpt' și $p'tpt'$).

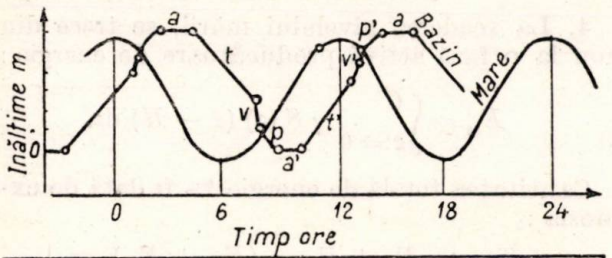
Modul cum se formează cele 16 cicluri se poate urmări în tabela 1.

Tabela 1

Schema de formare a ciclurilor de ordinul I

Număr de funcționări pe ciclu	Nu se pompează	Pompaj direct	Pompaj inversat	Două pompări
Nu funcționează ca turbină	Repaus	p'	p	$p'p$
O golire prin turbine	t	$p't$	tp	$p'tp$
O umplere prin turbină	t'	$p't'$	pt'	$p'pt'$
Două funcționări ca turbină	tt'	$p'tt'$	tpt'	$p'tpt'$

Pentru o mai ușoară urmărire, s-a exemplificat (fig. 3) ciclul $p't\ pt'$.



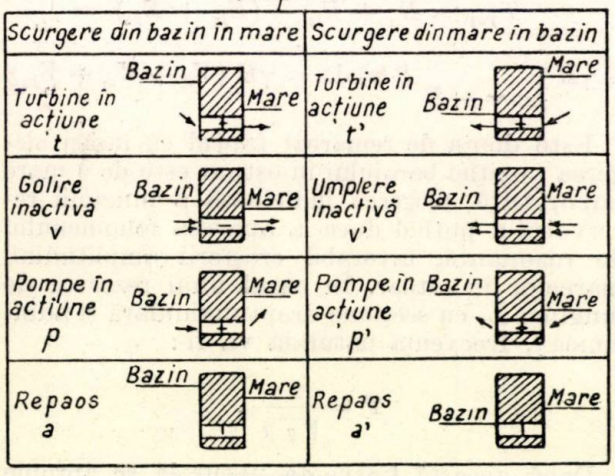


Fig. 3

Pentru a putea prinde în calcul și prețul variabil al energiei, este necesar să se ia în considerare cel puțin două maree succesive (ciclul de ordinul II). În cazul cînd dorim să urmărim și variația prețului în cursul unei săptămîni, trebuie luat în studiu ciclul de 27 de maree, corespunzător la 14 zile. Chiar de la cazul a două

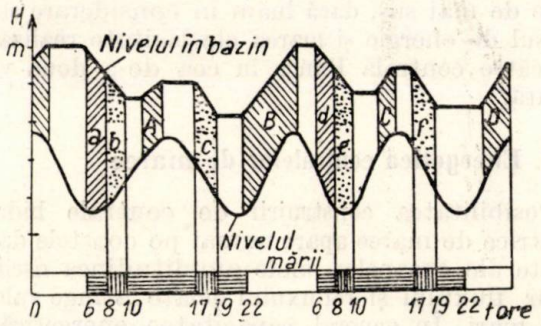


Fig. 4 :

I — consum de energie pentru pompare : $A + C = 19\,000$ kWh ; $B = 26\,000$ kWh ; $D = 16\,000$ kWh.
II — producere de energie de vîrf : $a + d = 2 \times 10\,500$ kWh ; $b + c + e + f = 4 \times 14\,000$ kWh.

maree succesive numărul cazurilor posibile crește foarte mult, ajungînd la $16^2 = 256$ de cicluri, dintre care 104 pozitive. În general, stabilirea condițiilor optime de funcționare în combinarea ciclurilor posibile se face pe baza calculului variațional.

Pentru ciclul de ordinul II, se poate urmări (fig. 4) un exemplu [1] de hidrocentrală de maree cu grupuri de 7 000 kW, funcționînd în timp de iarnă la vîrful graficului de sarcină. S-a ales situația mareelor celor mai slabe din patru ani succesivi. Se remarcă faptul că nivelul din golf este mereu superior celui al mării. Acest fel de funcționare este de tipul centralelor hidroelectrice cu acumulare prin pompaj.

Viitoarele perfecționări ale tehnicii construcțiilor la hidrocentralele de maree vor permite folosirea pe scară largă a energiei mareelor. Prin aceasta, se va pune la dispoziția omenirii o cantitate uriașă de energie, potențialul total al mareelor ajungînd — după unii autori [5] — la 40 de miliarde kW, adică aproximativ de șapte ori mai mare decît potențialul apelor curgătoare de pe întreg globul.

Bibliografie

[1] Gibrat P. și Auroy F. : *Problemele puse de folosirea energiei mareelor*, Raport 111 H/22 la a V-a C. M. E. Viena, 1956.

[2] Gubin F. F. : *Uzine hidroelectrice* (traducere din limba rusă), vol I. E. E. S., București, 1953.

[3] Pavel D. : *Mașini hidraulice, vol.* I., ed. I. Edit. Tehnică, București, 1955.

[4] Percy T. : *Aspecte noi în utilizarea energiei mareelor*, Water Power, vol. 8 (1956), nr.5 (mai).

[5] Wickert G. : *Energia mareelor*, Water Power, vol. 8 (1956), nr. 6 (iunie) și nr. 7 (iulie).

[6] P. C. : *Uzina de maree Rance*, Le Génie Civil, Tom. 134 (1957), nr. 4 (februarie), pag. 88—90.

[7] *** : *Energie din mare*, Water Power, vol. 8 (1956), nr. 11 (noiembrie) și 12 (decembrie), pag. 428—436 și 457—462.

621.316.9.001

Cîteva observații în legătură cu posibilitatea de simplificare a protecțiilor prin relee

SUZETTE MARCU — București

In prezent există numeroase domenii ale energeticii în care părerile sînt controversate asupra căilor celor mai juste de urmat în dezvoltarea viitoare a instalațiilor.

O cale eficientă de a face cunoscute aceste păreri și de a le prezenta cercurilor tehnice pentru a fi larg discutate, considerăm că o constituie publicarea lor în coloanele revistei noastre.

Mergînd pe această linie se publică în continuare unele propuneri privitoare la felul cum trebuie concepute instalațiile de protecție prin relee.

Această problemă are o deosebită importanță tehnico-economică și considerăm că ea va avea ecoul așteptat provocînd precizarea unor puncte de vedere similare sau diferite și din partea altor specialiști în materie.

REDACȚIA.

În ultimii ani, se remarcă o tendință generală a specialiștilor din toate țările spre o simplificare maximă a schemelor de protecție prin relee. Discuțiile purtate se referă în special la protecția liniilor de 110 kV și mai mult, întrucît aceste protecții sînt cele mai complicate și mai scumpe. Există însă o serie de cazuri în care se pot aduce simplificări în schemele de protecție ale altor elemente din rețea, fără a prejudicia prin aceasta funcționarea lor corectă.

1. *Protecția transformatoarelor împotriva defectelor exterioare.*

Protecția împotriva defectelor exterioare are drept scop constituirea unei rezerve de protecție a elementelor din aval, în caz de refuz de acționare al protecției sau al întreruptorului elementului defect. La transformatoare, aceasta se realizează printr-o protecție maximală de intensitate temporizată. Protecția maximală de intensitate nu trebuie să îndeplinească și rolul de rezervă pentru defectele interioare ale transformatorului, întrucît contra acestor defecte există două protecții — de gaze și diferențială longitudinală sau secționare de curent —, astfel încît nu se poate admite refuzul de acționare al ambelor protecții. Pe baza considerentului că protecția maximală de intensitate acționează numai la defecte exterioare, se prevede reanclanșarea automată a transformatoarelor în urma declanșării lor prin protecția maximală de intensitate.

Dacă se admite acționarea protecției maximale de intensitate numai la defecte exterioare, se poate monta protecția în partea alimentată a transformatorului, respectiv pe înfășurarea conectată la rețeaua în care se consideră defectele.

În acest fel, s-ar putea simplifica protecția, montîndu-se totdeauna pe două faze, întrucît sensibilitatea protecției ar fi independentă de schema de realizare a protecției.

Ing. Suzette Marcu este proiectantă în ISPE.

O simplificare substanțială ar rezulta la transformatoarele cu trei înfășurări la care se prevăd, în prezent, trei protecții maximale de intensitate — cîte una pe fiecare înfășurare secundară — și, separat, o protecție comună a întregului transformator, ca rezervă contra defectelor interioare. Aceasta din urmă se realizează totdeauna pe trei faze și, de multe ori, cu blocaj de tensiune minimă. Din considerentele arătate, nu are sens montarea unei protecții de rezervă pentru defectele interioare, motiv pentru care se propune, pentru transformatoare cu trei înfășurări, renunțarea la protecția comună. O consecință foarte importantă a acestei măsuri pentru protecția întregului sistem ar fi reducerea unei trepte de temporizare, pe care o introduce în prezent protecția comună.

2. *Protecția transformatoarelor împotriva defectelor monofazate.*

Transformatoarele cu sau fără neutrul legat la pămînt, conectate la rețele cu curent mare de punere la pămînt dispun de o protecție maximală de intensitate de secvență homopolară, ca rezervă împotriva defectelor monofazate din rețea. Pe partea de înaltă tensiune a transformatorului, defectele monofazate sînt deconectate prin protecția diferențială longitudinală a transformatorului. La transformatoarele care nu au alimentare pe partea de joasă tensiune, protecția maximală de intensitate de secvență homopolară, în general nu are nici un sens, întrucît la un defect monofazat pe o linie, nedeconectat de protecția liniei avariate, acționează protecția liniilor din amonte. Prin aceasta, dispare sursa de curent a transformatorului, astfel încît deconectarea lui este inutilă. Prevederea protecției maximale de intensitate de secvență homopolară la această categorie de transformatoare este justificată numai în unele cazuri particulare, de exemplu: transformatorul fiind conectat în derivație la o linie cu RAR monofazată la capete, în caz de defect monofazat pe linie, este necesară deconectarea lui, la care

nefiind sensibilă altă protecţie a transformatorului, se recurge la protecţia maximală de intensitate de secvenţă homopolară.

3. *Protecţia diferenţială longitudinală a generatoarelor.*

Protecţia diferenţială longitudinală acţionează în cazul defectelor interioare polifazate în stator, fiind insensibilă la punerea la pămînt a unei faze sau la scurtcircuitarea unui număr de spire al unei faze. În schemele curente, protecţia diferenţială se prevede în montaj pe trei faze, deşi acest lucru nu este justificat pentru cazurile de defecte la care acţionează. Astfel, la un defect bifazat, curentul este acelaşi pe ambele faze defecte şi ar fi suficient să existe releu pe una dintre fazele scurtcircuitate, pentru ca protecţia să acţioneze. Repartiţia curenţilor pe faze fiind uniformă, sensibilitatea protecţiei la montajul pe două faze este aceeaşi ca şi la montajul pe trei faze.

Pentru blocurile generator-transformator, normele actuale cer, pentru puteri ce depăşesc 30 MVA, prevederea unei protecţii diferenţiale longitudinale a generatorului, separată de cea comună a blocului, ceea ce socotim că este cu totul inutil, întrucît sensibilitatea protecţiei speciale a generatorului este comparabilă cu sensibilitatea protecţiei comune. De aceea, propunem să nu se prevadă o protecţie diferenţială longitudinală specială pentru generator, decît la blocurile cu mai mult de două înfăşurări, avînd întreruptor între generator şi transformator.

4. *Protecţia rotorică împotriva celei de-a doua puneri la pămînt în rotorul generatorului.*

Conform normelor în vigoare, protecţia împotriva celei de-a doua puneri la pămînt se prevede pe orice generator. La generatoarele acţionate prin turbine hidraulice sau motoare Diesel şi la compensatoarele sincrone nu are sens montarea acestei protecţii, întrucît — la detectarea primei puneri la pămînt — agregatul poate fi oprit, iar defectul poate fi găsit şi înlăturat destul de simplu, datorită construcţiei agregatului. In U.R.S.S. normele prevăd montarea protecţiei respective numai pentru turbogeneratoare.

In legătură cu articolul „Cîteva observaţii în legătură cu posibilitatea de simplificare a protecţiilor prin relee" de ing. S. Marcu

GH. BROŞTEANU — Bucureşti

Tendinţa generală observată în tehnica protecţiei prin relee din toate ţările este de a simplifica cît mai mult schemele de protecţie. Această tendinţă conduce în primul rînd la o mai mare siguranţă în funcţionarea protecţiilor şi în al doilea rînd la micşorarea costurilor lor.

În prezent sînt în discuţie o serie de principii şi practici diferite după ţări sau chiar în interiorul lor în ceea ce priveşte protecţiile liniilor, barelor, transformatoarelor, generatoarelor etc.

În articolul „Cîteva observaţii în legătură cu posibilitatea de simplificare a protecţiilor prin relee" de ing. S. Marcu s-au descris cîteva din posibilităţile de simplificare a protecţiilor transformatoarelor şi generatoarelor. În cele ce urmează, se fac cîteva observaţii asupra propunerilor şi se descriu şi alte posibilităţi de simplificare a protecţiei transformatoarelor.

I. Protecţia transformatoarelor

a) *Protecţia transformatoarelor contra defectelor exterioare.*

În articolul sus citat, pornind de la afirmaţia că „protecţia maximală nu trebuie să îndeplinească şi rolul de rezervă pentru defectele interioare ale transformatorului, întrucît contra acestor defecte există două protecţii — de gaze şi diferenţială sau secţionare de curent —, astfel încît nu se poate admite refuzul de acţionare al ambelor protecţii", se propune ca protecţia maximală de intensitate să fie montată pe partea secundară (partea alimentată a transformatorului, respectiv la înfăşurarea conectată la reţeaua în care se consideră defectele). Propunerea, în general, este justificată şi aplicabilă.

O obiecţiune la aceasta o constituie faptul că protecţia maximală de intensitate, astfel cum este realizată în prezent în unele din instalaţiile noastre de 35 kV şi 110 kV care folosesc întreruptoare cu ulei mult, cu transformatoare de intensitate montate în interiorul lor, constituie singura protecţie care acţionează în cazul scurtcircuitelor la bornele întreruptoarelor, deoarece pentru mărirea sensibilităţii, protecţia diferenţială utilizează uneori transformatoare de curent speciale, montate între întreruptor şi transformator.

Montarea unor transformatoare de curent pe partea secundară ar putea conduce — în unele cazuri — la costuri mai mari decît dacă s-ar folosi transformatoarele de curent din interiorul întreruptoarelor cu ulei mult montate pe înfăşurarea primară a transformatoarelor care evident sînt mai ieftine.

De asemenea trebuie bine precizat că principiul enunţat în articolul menţionat s-ar putea aplica, în unele cazuri, la transformatoarele cu puteri de peste 560 kVA, care sînt echipate în acelaşi timp cu două protecţii contra defectelor interioare.

În cazul transformatoarelor sub 560 kVA, care, în general, n-au protecţie de gaze dar au secţionare de curent, protecţia maximală de intensitate trebuie montată tot pe partea primară a lor, acţionînd atît împotriva scurtcircuitelor exterioare cît şi împotriva scurtcircuitelor interioare.

Ing. Gh. Broşteanu lucrează în Direcţia Electrificării din M.I.G.

b) *Protecţia transformatoarelor contra defectelor monofazate.*

Tot în articolul sus-menţionat, se propune ca transformatoarelor cu sau fără neutrul legat la pămînt conectate la reţele cu curent mare de punere la pămînt şi care nu au alimentare pe partea de joasă tensiune, să nu li se mai prevadă protecţia maximală de intensitate de secvenţă homopolară. Se justifică prin aceea că „la un defect monofazat pe o linie, nedeconectat de protecţia liniei avariate, acţionează protecţia liniilor din amonte. Prin aceasta, dispare sursa de curent a transformatorului, astfel încît deconectarea lui este inutilă".

Părerea noastră este că, în cazul transformatoarelor de mai sus, transformatoare de tip coborîtor, trebuie prevăzută protecţia maximală de intensitate de secvenţă homopolară, mai mult *ca o completare a protecţiei diferenţiale a transformatoarelor pentru cazurile de scurtcircuit monofazat la bornele transformatoarelor* legate la reţele cu curent de punere la pămînt.

În acest caz, dacă protecţia diferenţială refuză să acţioneze, va acţiona protecţia maximală de intensitate de secvenţă homopolară, ca singura rezervă, deoarece protecţia de gaze nu va lucra. Dacă şi protecţia maximală de intensitate a transformatorului ar fi montată — conform propunerii din articolul mai sus menţionat — pe partea secundară a transformatorului, ea ar fi complet ineficace în acest caz de defect.

Este necesar poate să arătăm, în legătură cu aceasta, că în unele ţări (Franţa, Elveţia, Italia), pentru protecţia împotriva defectelor la bornele transformatoarelor, se întrebuinţează o protecţie specială, care va fi descrisă mai jos. Această protecţie se foloseşte ca supliment al protecţiei de gaze, care constituie protecţia de bază, deoarece se tinde ca să nu se mai instaleze protecţii diferenţiale la transformatoare, din cauză că sînt prea complicate şi scumpe. Pe de altă parte, se constată că protecţia de gaze este mijlocul cel mai sigur şi mai simplu de protecţie contra defectelor interne din transformatoare, acţionînd chiar la încălzirea locală a miezului datorită unui defect de izolaţie, avarie nesezisată de protecţia diferenţială.

Protecţia contra defectelor la bornele transformatoarelor este o protecţie maximală de intensitate montată pe coarnele de protecţie ale izolatoarelor care acţionează la conturnarea acestora (fig. 1).

Transformatorul de curent este cu saturaţie rapidă pentru ca în cazul curenţilor mari de conturnare releul să nu fie solicitat termic şi dinamic. Reductorul şi legăturile sînt ecranate împotriva cîmpurilor electrostatice şi electromagnetice, iar releul maximal de intensitate este conectat la reductor printr-o punte de redresare.

Acestei protecţii nu i se cere o precizie prea mare, ci numai să nu fie sensibilă la curenţi mici (produşi, de exemplu, prin descărcări capacitive).

c) *Protecţia transformatorului contra defectelor interne.*

S-a arătat mai înainte că în unele ţări (Franţa, Italia) se tinde la renunţarea la protecţia diferenţială a transformatoarelor deoarece este complicată şi scumpă faţă de avantajele ce le oferă şi că protecţia de

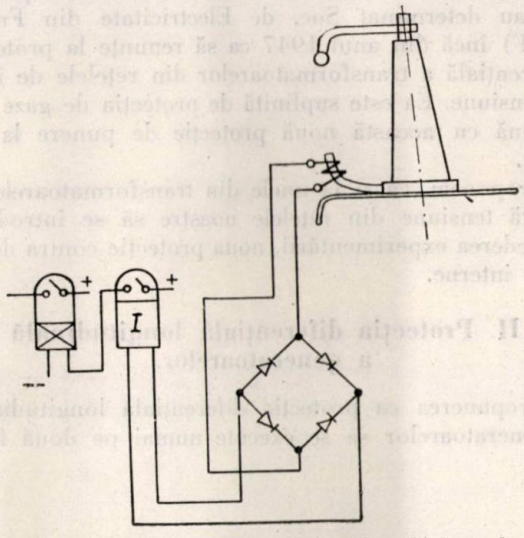


Fig. 1. Protecţia contra defectelor la bornele transformatoarelor

gaze constituie mijlocul cel mai sigur şi mai simplu de protecţie contra defectelor interne în transformatoare.

În locul protecţiei diferenţiale se instalează protecţia de punere la pămînt tip Chevalier, care funcţionează pe principiul că orice defect intern este însoţit de o punere la masă. Această protecţie se poate monta numai în reţelele cu neutrul legat direct la pămînt sau printr-o impedanţă care să asigure un curent suficient de scurgere la pămînt.

Protecţia constă dintr-un releu maximal de intensitate racordat la un transformator de intensitate montat pe legătura metalică dintre cuva transformatorului şi pămînt (fig. 2). Cuva trebuie să fie

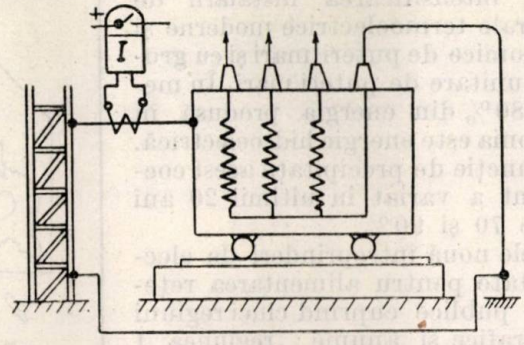


Fig. 2. Protecţia de punere la pămînt a transformatoarelor.

izolată faţă de pămînt sau alte legături metalice. Faţă de fundaţia de beton nu este necesar să se ia precauţii speciale de izolare deoarece aceasta asigură, în mod normal, o rezistenţă de circa 5—10 ohmi faţă de pămînt.

Transformatorul de intensitate poate să aibă tensiunea nominală redusă (pînă la 15 kV), iar releul trebuie să fie desensibilizat față de curenții capacitivi ai cuvei față de pămînt.

Rezultatele remarcabile obținute cu această protecție au determinat Soc. de Electricitate din Franța (EdF) încă din anul 1947 ca să renunțe la protecția diferențială a transformatoarelor din rețelele de înaltă tensiune. Ea este suplinită de protecția de gaze împreună cu această nouă protecție de punere la pămînt.

Propunem, ca și la unele din transformatoarele de înaltă tensiune din rețelele noastre să se introducă, în vederea experimentării, noua protecție contra defectelor interne.

II. Protecția diferențială longitudinală a generatoarelor.

Propunerea ca protecția diferențială longitudinală a generatoarelor să se execute numai pe două faze, credem că este justificată. De asemenea și propunerea ca să nu se mai instaleze protecția diferențială longitudinală specială a generatoarelor, în afară de cea comună, chiar pentru puteri mai mari de 30 MVA.

Acest lucru de fapt este menționat și de literatura sovietică [2], care preconizează că protecția diferențială a generatorului să nu se mai instaleze cînd protecția diferențială comună este mai sensibilă.

Bibliografie

[1] Fedeseev A. M.: Bazele tehnicii protecției prin relee. Gosenergoizdat, 1952.

[2] Baptidanov L. N. și Tarasov V. I.: Echipamentul electric al centralelor și stațiilor electrice. Ed. Tehnică, București, 1956, vol. III.

[3] Dietsch Ch. și Larrue H.: CIGRÉ, 1950, raportul nr. 342.

[4] * * *: Protecția simplificată a transformatoarelor (după Ch. Dietsch și H. Larrue, CIGRÉ, 1950, nr. 342). ETZ-A, nr. 13(72), iulie 1951.

ENERGETICA PESTE HOTARE

621.311.1(52)

Electrificarea Japoniei

Privire de ansamblu

Alimentarea cu energie electrică a Japoniei, care a avut o producție de energie electrică de 71 TWh în 1956 și care are prevederi pentru 1960 de 91 TWh și de 175 TWh pentru 1980 se bazează în foarte mare măsură pe importantele sale resurse hidraulice. Din totalul puterii instalate în 1956 de 15 400 MW cca. 60% erau instalați în centrale hidroelectrice, această cotă urmînd să scadă în viitor prin intensificarea instalării de centrale termoelectrice moderne și economice de puteri mari și cu grupuri unitare de puteri mari. În medie, 80% din energia produsă în Japonia este energie hidroelectrică. În funcție de precipitații acest coeficient a variat în ultimii 20 ani între 70 și 90%.

Cele nouă întreprinderi de electricitate pentru alimentarea rețelelor publice cuprind cinci regiuni geografice și anume: regiunea I cuprinde insula din nord (Hokkaido), regiunile II și III cuprind insula centrală (Honshu), regiunea II fiind ea însăși împărțită în cinci districte, regiunea IV cuprinde insula din sud (Shikoku), iar regiunea V insula din vest (Kyushu). Pe lîngă acestea există opt întreprinderi de producere de energie care alimentează cele nouă întreprinderi de electricitate menționate și treizeci și trei întreprinderi de interes local, în subordonarea prefecturilor, orașelor și comunelor. Trei sute treizeci și două întreprinderi industriale produc energie electrică exclusiv pentru consumul lor propriu. Puterea și producția lor reprezintă cca. 16% din total.

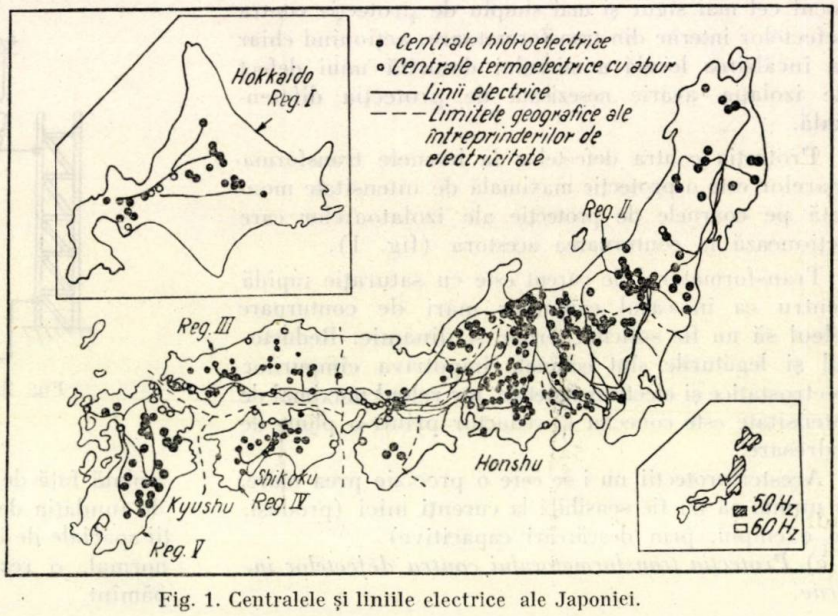


Fig. 1. Centralele și liniile electrice ale Japoniei.

Frecvența în sistemul național este de 50 Hz în partea de est a țării și 60 Hz în cea de vest (fig. 1), deși în repetate rînduri au existat propuneri pentru unificarea frecvenței. Datorită diverselor dificultăți, unificarea nu s-a putut înfăptui. În prezent există multe centrale amplasate în centrul Japoniei, proiectate să funcționeze la ambele frecvențe, astfel ca să se poată face schimb de putere și energie între cele două zone. Puterea totală a centralelor de acest tip este de 1800 MW.

Electrificarea Japoniei, care trebuie să se desfășoare într-un ritm viu pentru asigurarea cu energie a industriei în plină dezvoltare, cere eforturi tehnice și economice importante. Ea se dezvoltă actualmente pe baza unui plan de șase ani (1955—1960) care prevede instalarea a 6000 MW pînă în 1960. De două ori pe an (aprilie și octombrie) se examinează realizările și prevederile, pornind de la date statistice detaliate.

Sursele de energie ale Japoniei

Producția de cărbuni a asigurat baza industrializării Japoniei. Încă din 1910 55% din energia consumată era reprezentată de cărbuni, restul fiind asigurat de lemn și mangal. Utilizarea produselor petrolifere și a energiei hidraulice a început în jurul anilor 1903—1904, utilizarea acesteia din urmă fiind mult intensificată după 1915. Producția de energie a Japoniei în 1954 este dată în tabela 1.

Tabela 1

Producția de energie a Japoniei în 1954

Felul energiei	Unitate	Cantitate
Cărbune	10^6 tone	42,72
Energie hidroelectrică	TWh	45,3
Energie termoelectrică	TWh	14,3
Țiței	10^6 m^3	0,34

În afară de cele de mai sus au fost importate în 1954 $3{,}45 \times 10^6$ t cărbune și $10{,}4 \times 10^6$ m^3 țiței. Astfel resursele de energie ale Japoniei sînt în principal cărbunii și energia hidroelectrică. Erte în curs descreșterea consumului direct de cărbune și intensificarea consumului de energie electrică.

Resursele energetice totale ale Japoniei, inventariate la finele anului 1954, sînt cuprinse în tabela 2.

Din cele $21{,}1 \times 10^9$ tone huilă, reprezentînd totalitatea rezervelor de acest combustibil, numai $3{,}2 \times 10^9$ tone sînt considerate că pot fi exploatate economic. La o producție anuală medie de 45×10^6 tone înseamnă că rezervele ajung pentru cca. 70 ani și este necesară întocmirea unui program pe termen lung privind extragerea și utilizarea cărbunilor.

Pe de altă parte cca. 60% din potențialul hidroenergetic nu este încă utilizat, astfel că este în curs un plan de lungă durată pentru valorificarea acestui potențial. Ținînd seama de condițiile meteorologice favorabile existente (media precipitațiilor anuale fiind de 1700 mm) și condițiile geografice specifice (forma lungă și strîmtă a țării, rîuri scurte cu căderi mari) s-au

Tabela 2

Resursele energetice ale Japoniei

Felul energiei	Unitate	Cantitate
Cărbune	10^9 tone	27,02
Energie hidroelectrică	TW	22,35
Țiței	10^6 m^3	5,0
Gaz natural	10^9 m^3	51,2
Lemn	10^6 m^3	38,0

dezvoltat în special centralele hidroelectrice pe firul apei, pentru care se puteau obține ușor debite și căderi mari. Rezerva pentru epoca secetoasă era constituită din centrale termoelectrice. În prezent se urmărește realizarea de centrale hidroelectrice cu acumulare pentru preluarea vîrfurilor sarcinilor, baza fiind preluată de centrale termoelectrice de mare randament.

Producția și consumul de energie electrică

Cu toate eforturile importante făcute și care urmează a se mai face pentru dezvoltarea centralelor hidro și termoelectrice, deficitul de putere care impune restricții la vîrful de sarcină va crește spre anul 1960, finele actualului plan de dezvoltare pe șase ani.

Astfel pentru prevederi de precipitații medii deficitul de putere crește din decembrie 1956 în decembrie 1960 de la 5,3 la 11,3%, iar în condiții nefavorabile de la 14,2 la 18,7%, față de vîrful de sarcină calculat pentru consum fără restricții.

De asemenea va crește și deficitul de energie produsă, de la 3,3% în 1956 la 12,2% în 1960. Aceasta în ipoteza unei creșteri procentuale anuale a producției de energie scăzînd de la 13,8% în 1956 la 6,9% în 1960. Ținînd seama de realizările din ultimii ani este probabil ca prevederile de mai sus să se dovedească prea mici, astfel încît deficitele preliminate să devină mai mari și să fie necesare eforturi sporite pentru normalizarea alimentării țării cu energie electrică.

Situația centralelor electrice la 31 martie 1956 grupate după puteri și după sursele de energie primară este redată în tabela 3.

După cum reiese din această tabelă un număr mare de centrale sînt de puteri mici. Circa 70% din totalitatea centralelor hidroelectrice au o putere mai mică de 5 MW. Numai 10% din capacitatea centralelor hidroelectrice este prevăzută cu bazine de acumulare.

Consumul specific mediu de căldură în centralele termoelectrice a fost de 5319 kcal/kg în 1955, ceea ce arată că mai sînt în funcțiune centrale vechi, mici și cu randament scăzut.

În ceea ce privește liniile de transport de energie, ele prezintă o densitate mare, creînd

probleme complicate, dată fiind forma îngustă a țării și necesitatea coordonării cu liniile de telecomunicații.

Tabela 3

Gruparea centralelor după puteri și după sursa de energie

Puterea centralelor	Total		Centrale hidroelectrice		Centrale termoelectrice	
	Număr	Putere, MW	Număr	Putere, MW	Număr	Putere, MW
Sub 1 MW	679	304	528	235	151	69
1—5 MW	600	1339	483	1075	117	264
5—10 MW	229	1540	175	1171	54	369
10—50 MW	272	5506	215	4437	57	1069
Peste 50 MW	57	5903	28	1196	29	3907
Total	1841	14592	1429	8914	412	5678
Din care centrale industriale	456	2328	155	870	301	1458

În 1955 erau în funcțiune 44 539 km linii aeriene de înaltă tensiune (3 kV — 250 kV) și 1751 km linii în cablu.

Grupate pe tensiuni, liniile aeriene au lungimile cuprinse în tabela 4.

Tabela 4

Lungimea liniilor aeriene, grupate pe tensiuni

kV	km	kV	km	kV	km
3	251	30	9258	70	3404
6	229	40	1041	100	2259
10	1153	50	243	140	5551
20	6939	60	13890	250*)	320

*) 275 kV la plecare.

În general rețelele funcționează cu neutrul izolat. După studii detaliate rețeaua de 275 kV a fost construită cu neutrul pus la pământ.

Capacitatea totală a stațiilor de transformare a fost la aceeași dată 22 000 MVA.

Situația consumului de energie în 1955 a fost următoarea: din totalul de 53 200 GWh, 44 400 GWh sau 83% au fost produse în centrale publice, restul de 8 800 GWh fiind livrat de centrale proprii ale industriilor. 15% adică 7 800 GWh au reprezentat consum de iluminat și restul de 45 400 GWh a fost consumul de forță, iar din acesta 35 000 GWh a reprezentat consumul marilor consumatori industriali.

Consumul specific anual pe cap de locuitor a fost de 638 kWh, din care 88 kWh pentru consum de iluminat.

Producerea de energie atomoelectrică în Japonia

Față de creșterile mari de putere și energie prevăzute pentru viitorii 15—25 ani se întrevede imposibilitatea de a le acoperi din sursele termice și hidraulice ale țării, deoarece producția de cărbune va putea crește numai foarte limitat, iar resursele hidraulice vor fi amenajate.

De aceea se consideră rațional de a se pune în funcțiune centrale atomoelectrice cu începere din anul 1965. În acest scop sînt în curs lucrări de studii, cercetări și proiectare pentru descoperire de combustibil atomic indigen, precum și pentru instalarea de utilaj pregătitor, și anume: un reactor cu apă în fierbere, un reactor tip CP-5 și un reactor construit în țară, de instalat în 1959.

Fabricația echipamentului energetic

Industria japoneză are actualmente capacitate suficientă pentru producția echipamentului energetic cerut de dezvoltarea Japoniei. În tabela 5 sînt cuprinse cîteva date privind unitățile producătoare de echipament energetic.

Tabela 5

Capacitatea de fabricare de echipament energetic

Tipurile de echipament	Număr de unități producătoare	Capacitate anuală de producție
Generatoare electrice pentru turbine de abur de 1000 kW și mai mari	4	800 000 kW
Generatoare electrice pentru turbine de apă de 1000 kW și mai mari	7	1 400 000 kW
Cazane de abur cu presiuni 13 kg/cm² și mai mari*)	9	5 000 t/h
Turbine de abur de 1000 kW și mai mari*)	5	800 000 kW
Turbine de apă de 1000 kW și mai mari	6	1 500 000 kW
Transformatoare de 1000 kVA și mai mari	9	1 000 000 kVA

*) Cifrele din tabelă nu cuprind cazanele și turbinele pentru nave.

Aspecte economice

Pentru realizarea programului important de lucrări energetice prevăzute în planul de dezvoltare de șase ani sînt necesare fonduri de investiții de cca. 1 006 000 milioane ieni *), din care 999 000 milioane vor fi constituite din fonduri interne și 7 000 milioane investiții străine. În anul 1955 s-au cheltuit 168 000 milioane ieni.

Trebuie reținut că suma de 1 006 000 milioane ieni este echivalentă cu valoarea totală a bugetului național pe 1955 și în consecință constituie o sarcină grea pentru economia națională a Japoniei.

În ceea ce privește costul energiei electrice pentru anul 1955 s-a realizat un preț mediu de vînzare de 5,25 ieni/kWh.

Bibliografie

[1] * * *: Ministerul Comerțului Internațional și al Industriei: *Industria energiei electrice în Japonia*, Tokio 1956.

[2] * * *: Comitetul japonez pentru energie electrică: *Al 9-lea raport semianual pentru energia electrică*, octombrie 1956, Tokio 1956.

Ing. **A. Mișu**

*) 60 ieni = 1 leu (calculat față de paritatea 360 ieni = 1 dolar)

621.311.152 : 666/94 : 676

Pe marginea consfătuirii A. S. I. T.: „Situația normării consumului de energie electrică și de căldură și ameliorarea factorului de putere în industria cimentului, celulozei și hîrtiei

Orașul Stalin 21-22 februarie 1958

Problema gospodăririi raționale a energiei în întreprinderile industriale este de mult în centrul atenției Secției de Energetică-Electrotehnică a Consiliului Central A. S. I. T. Astfel, reducerea consumului specific de energie electrică, îmbunătățirea factorului de putere și sporirea randamentelor la echipamentele energetice din centralele industriale au constituit obiectul mai multor consfătuiri inițiate de Secție, în anii trecuți. Totodată, secția s-a interesat îndeaproape și a ajutat la dezvoltarea lucrărilor de reducere a consumurilor specifice de energie electrică și căldură și de îmbunătățire a factorului de putere în industrie, lucrări efectuate îndeosebi de către Institutul de Energetică al Academiei R. P. R.

Este de remarcat faptul că lucrările experimentale efectuate de către Institutul de Energetică al Academiei R. P. R. au dus la elaborarea unor studii tehnico-științifice și a unor metodologii pentru cercetarea și raționalizarea consumurilor specifice de energie și căldură în industrie.

În cadrul unor asemenea preocupări se situează și consfătuirea organizată între 21—22 februarie a. c. în Orașul Stalin, care a avut drept scop o analiză a gospodăririi energiei electrice și a căldurii în industriile cu cea mai mare pondere de energie din regiunea Stalin. Acesta a fost considerentul care a condus la prezentarea într-o singură consfătuire a două ramuri industriale diferite ca procese tehnologice și ca utilizare a energiei electrice și îndeosebi a căldurii.

De fapt au fost două consfătuiri legate între ele numai printr-un referat de sinteză, care a încercat să traseze liniile generale și să expună principiile de bază pentru cercetarea și raționalizarea îndeosebi a consumurilor de căldură în industrie.

Consfătuirea s-a deschis în ziua de 21 februarie a.c., sub președinția prof. dr. *S. Crișan*, președintele Filialei ASIT din Orașul Stalin, și a fost consacrată sectorului industriei cimentului.

Ing. *N. Moldoveanu*, vicepreședinte al Secției centrale energetică-electrotehnică ASIT, aduce salutul din partea Consiliului Central ASIT și expune în linii mari obiectivele consfătuirii.

Ing. *Fl. Hănțilă*, președintele Secției energetică-electrotehnică a Filialei Regionale ASIT din Orașul Stalin, arată într-o scurtă expunere că ponderea în consumul de energie electrică pe care o au întreprinderile „Temelia" din Orașul Stalin și „N. Bălcescu" din Zărnești, este de circa 26% din consumul total de energie din regiune, de unde trage concluzia asupra utilității și necesității dezbaterii problemelor energetice, tocmai la aceste ramuri industriale din regiune.

Ing. M. *Biener*, de la Institutul de Energetică al Academiei R. P. R., prezintă un referat general cu tema : *„Gospodărirea energiei în industria cimentului, hîrtiei și celulozei"*.

După o scurtă analiză a dinamicii consumului mondial de energie și a perspectivelor de viitor, în referat se arată că una din căile de acoperire a necesarului de energie, de mare eficiență pentru economia națională o formează utilizarea judicioasă a energiei în partea de consum. Se expun apoi principiile generale de metodică pentru stabilirea și raționalizarea consumurilor specifice de energie în general și de căldură în special, se analizează particularitățile specifice ale industriei cimentului și celulozei și hîrtiei sub aspectul lor de consumatori de energie și se arată căile principale ce trebuie urmate pentru realizarea unor economii de energie în aceste sectoare industriale.

În referatele care au urmat, s-au atacat diverse probleme legate de gospodărirea energetică a sectorului ciment cu aplicare concretă la fabrica de ciment „Temelia" din Orașul Stalin.

Astfel, ing. *L. Schulhof* de la Departamentul Industriei Materialelor de Construcții expune referatul cu tema *„Situația generală energetică în industria cimentului"*.

În referat se analizează situația energetică în sectorul ciment în întreaga țară, se prezintă indicii tehnico-economici la diversele fabrici și se trag concluzii asupra situației energetice în special asupra fabricilor de ciment din regiunea Stalin și Ploești.

Ing. *V. Caracudovici* de la Institutul de Energetică al Academiei R. P. R. expune referatul cu tema : *„Normarea consumului de energie electrică în industria cimentului"*.

În baza unor cercetări efectuate la fabrica de ciment „Temelia", în referat se expune problema gospodăririi energiei electrice la această fabrică și posibilitățile de reducere și normare a consumului specific de energie electrică la fabricile de ciment.

Ing. *N. Pănoiu* de la Institutul de Energetică al Academiei R. P. R. prezintă referatul cu tema : *„Consumul specific de căldură în industria cimentului și posibilitățile sale de reducere"* în care se expune în detaliu metodica de cercetare a unui cuptor de ciment, se arată rezultatele unei astfel de cercetări la fabrica de ciment din Fieni și concluziile ce se desprind.

Ing. *I Stoica* de la fabrica „Temelia" expune referatul cu tema : *„Problemele energetice ale fabricii de ciment „Temelia"*, care prezintă o analiză amplă și multilaterală a problemelor energetice ale fabricii, arată realizările obținute în sectorul energetic și scoate în evidență unele dificultăți pe care le întîmpină fabrica în tendința sa de mai bună gospodărire a energiei indicîndu-se și căile de urmat pentru învingerea acestora.

Discuțiile la aceste referate s-au purtat după o prealabilă vizitare a fabricii „Temelia" și s-au soldat cu o serie de propuneri concrete. Astfel, ing. *L. Schulhof* arată că la Dep. Industriei Materialelor de Construcții nu sînt urmărite consumurile de căldură din lipsa unui sector care să aibă în sarcină această problemă. Departamentul se preocupă de utilarea cu aparatura termotehnică care nu există în cantitate suficientă și pentru care nu există nici personal de întreținere suficient.

Ing. *S. Teodor* de la C. S. P. arată că situația în domeniul gospodăririi energiei s-a ameliorat față de trecut, că s-a înmulțit numărul de aparate de măsură, s-au întreprins unele cercetări cu rezultate pozitive și s-au elaborat metodologii de lucru.

Consideră că s-a ajuns, în prezent, la o fază în care întreprinderile trebuie să inițieze singure unele cercetări în domeniul energetic, cu forțele lor proprii, prin ridicarea de bilanțuri energetice și propunerea unor măsuri de îmbunătățire a gospodăriei energetice.

Ing. *N. Moldoveanu* face o observație asupra referatului prezentat de ing. *L. Schulhof*, care cuprinde o concluzie nejustă cu privire la eficacitatea folosirii centralelor electrice proprii.

În privința costului ridicat al energiei electrice, menționat în același referat, arată că la Inspecția Energetică se studiază o nouă propunere de tarifare a energiei, după orele de consum, ceea ce va fi foarte avantajos pentru fabricile de ciment.

În final, apreciază favorabil referatul în ansamblul său și își exprimă regretul că la această consfătuire nu a fost o participare mai largă și de la alte fabrici de ciment din țară.

Tov. *E. Bedö* de la fabrica de ciment „Temelia" indică unele dificultăți din producție, arătînd că motoarele uzate pot fi numai cu greu înlocuite și solicită sprijin pentru punerea la punct a unui compensator de fază de la morile de ciment. De asemenea arată că și consumul de gaz metan ar putea fi redus prin studierea și elaborarea unui tip adecvat de arzător de gaz.

Ing. *I. Stoica* își exprimă convingerea că această consfătuire a fost oportună și că va da roade. Arată importanța aparatelor de măsură și realizările obținute în fabrică în această direcție. Prin montarea a două contoare de gaz metan, s-a redus cu 50% consumul de gaz la secția de var. Vorbitorul abordează apoi problema introducerii tehnicii noi, arătînd că ea este frînată, pe de o parte de frica unei eventuale nereușite și pe de altă parte datorită unei prea strînse planificări a producției.

Răspunzînd, ing. *S. Teodor* arată că întreprinderile posedă toate elementele pentru efectuarea unor studii și ele vor cere ajutor numai la nevoie pentru aparate și utilaje din import, consideră, de asemenea, că prețul energiei electrice este prea ridicat, fapt ce se resimte la fabrica „Temelia" unde ponderea cea mare este a energiei electrice.

Ing. *I. Andreiesu*, de la Institutul de proiectări departamental, apreciază calitatea referatelor și arată că într-adevăr sectorul de proiectare are prea puțină legătură cu producția. Își exprimă îndoiala asupra posibilității de realizare a unor studii energetice la cuptoarele de clinker și apreciază realizările Institutului de Energetică în această direcție care au constituit un început bun, dar contestă unele date obținute. Arată apoi că gama de puteri a motoarelor electrice este prea redusă, că nu există pompe de păcură. iar motoarele ventilatoarelor sînt supradimensionate.

Tov. *I. Nagy*, președintele comitetului de întreprindere de la fabrica „Temelia", relevă problema factorului uman. Propune înființarea la secții a unor grafice de consumuri de energie care să aibă un efect mobilizator pentru economia de energie.

Ing. *C. Bilusiac*, de la Departamentul Industriei Materialelor de Construcții, cere să se analizeze cauzele consumurilor mărite. Arată că la Departament există o grupă de ajutor pentru consumuri specifice, care studiază diverse probleme legate de economia de energie.

Ing. *Jean Gayraud* de la Inspecția Energetică Regională București anunță trimiterea unei echipe de ajutor pentru studiul consumului specific de energie electrică la fabrică și al punerii la punct a compensatorului de fază.

Ing. N. Pănoiu, răspunzînd tov. Andreiesu, arată că Institutul de Energetică nu a făcut studii de omologare și deci nu are sens ca datele prezentate în aceste studii să fie contestate; datele au fost ridicate de o brigadă complexă.

Ing. *V. Georgescu* de la Inspectoratul Energetic Bacău apreciază realizările de la fabrica „Temelia", care se preocupă mai mult de problemele energetice decît fabrica de ciment de la Bicaz. Consideră că această consfătuire prezintă un interes deosebit pentru participanți.

În încheierea discuțiilor, ing. *M. Biener* a sintetizat problemele cele mai caracteristice rezultate din dezbaterile primei zile a consfătuirii.

★

A doua zi a consfătuirii (22 februarie 1958) s-a desfășurat la fabrica de celuloză și hîrtie „N. Bălcescu" din Zărnești, sub președinția ing. *N. Moldoveanu*.

Ing. *D. Postelnicu* din Departamentul Chimiei expune referatul cu tema: *„Consumurile specifice de energie și îmbunătățirea factorului de putere în industria celulozei și hîrtiei"*.

În referat, se tratează problema reducerii consumurilor de energie electrică și căldură și de îmbunătățire a factorului de putere în sectorul celuloză-hîrtie cu unele aplicații la fabrica din Zărnești. Se prezintă, de asemenea, o metodă pentru determinarea factorului de putere.

Ing. *N. Pomponiu* de la fabrica de hîrtie „1 Septembrie" din Bușteni prezintă în referatul: *Gospodărirea energetică la fabrica de hîrtie Bușteni"* problemele energetice generale ale fabricii, arătînd modul în care unele din ele au fost rezolvate.

Ing. *V. Cristea* de la fabrica „N. Bălcescu" prezintă referatul: *„Probleme energetice la fabrica „N. Bălcescu" Zărnești"*, în care în baza unor scheme tehnologice și de flux energetic arată întreaga situație a gospodăririi căldurii din fabrică, analizează principalii consumatori de căldură și măsurile de reducere a consumurilor pentru o mai bună gospodărire a căldurii.

Ing. *S. Andreescu* de la fabrica „N. Bălcescu" în referatul *„Consumul de energie electrică la fabricarea celulozei"* prezintă situația consumului de energie electrică în fabrică și măsurile luate pentru îmbunătățirea factorului de putere. În referat se expune și o metodă de calcul al consumurilor specifice de energie electrică.

La discuții ing. *M. Biener* arată importanța sectorului celuloză-hîrtie în cadrul energetic general al economiei naționale și face o critică a modului de organizare și funcționare a serviciilor energetice din întreprinderi, astfel ca ele să se poată preocupa și de gospodărirea energiei electrice și a căldurii din întreprinderile respective. Insistă apoi asupra necesității de colaborare între energeticieni și tehnologi în vederea, în deosebi, a unei mai bune utilizări a căldurii în procesul tehnologic și pentru evitatea vîrfurilor și a strangulărilor în consumul de energie. Constată apoi cu satisfacție că o serie de măsuri propuse cu ocazia unor studii la întreprindere de către un colectiv al Institutului de Energetică, din care a făcut parte, au fost realizate cu succes. Atinge, de asemenea, problema economică a înlocuirii utilajului vechi cu utilaj nou, mai productiv și cu consumuri de energie mai reduse.

Ing. *G. Panaitescu* de la Comitetul de Stat al Planificării a explicat rațiunea pentru ce C.S.P. este interesat în problema economiei de energie sub toate formele. De asemenea a arătat cum este urmărită această problemă prin indicii consumurilor specifice de energie pe diferite produse industriale și pentru aceasta face un apel călduros la sprijinirea acțiunii de economie de către toate organele tehnice și administrative din țară. În continuare, prezintă cîteva din rezultatele obținute pînă în prezent, atît în legătură cu consumurile specifice de energie electrică cît și cu acțiunea întreprinsă în ceea ce privește îmbunătățirea factorului de putere.

Ing. *I. Georgescu* de la Inspecția Energetică Bacău arată că la fabrica de hîrtie din Bacău consumurile de energie sînt mai ridicate ca la Zărnești. Apreciază rezultatele cercetărilor efectuate de Institutul de Energetică și cere ca Departamentul Chimiei să întreprindă acțiuni pentru reducerea consumurilor specifice de energie electrică și de căldură la toate unitățile sale.

Ing. *D. Obreja* de la fabrica de celuloză „N. Bălcescu" arată că procesul de fierbere a celulozei este cel mai important din întreg ciclul de fabricație a celulozei și lipsa aparatelor de măsură în acest sector face ca procesul să nu poată fi urmărit în desfășurarea sa. Tratează apoi problema transvazării leșiilor, care se aplică în fabrică din 1956. Se realizează prin aceasta o economie de căldură de circa 20% și se reușește să se aplatizeze curba de consum de abur din fierbătorie, lucru foarte important din punct de vedere al regimului energetic al fabricii. Propune intensificarea împrumuturilor de leșie, în locul folosirii calorizatoarelor la fabricarea celulozei.

Ing. *J. Gayraud* face o apreciere generală asupra referatelor prezentate și arată că reglajul curbei de sarcină și ridicarea productivității agregatelor pot fi de mare importanță pentru realizarea unor economii de energie în industria celulozei și hîrtiei.

Tov. *V. Buloi* de la fabrica „N. Bălcescu" arată că la întreprindere s-a amenajat un atelier special pentru repararea aparatelor de măsură termochimice și că situația dotării cu aparate de măsură în ultimul timp s-a îmbunătățit simțitor.

Ing. *D. Postelnicu* propune ca aparatele de măsură să fie importate centralizat și de același tip și să se afecteze la fabrici personalului necesar, pentru urmărirea gospodăririi energiei.

Ing. *I. Ioanițescu*, din Departamentul Chimiei arată greutățile financiare la procurarea aparatelor de măsură. Informează apoi că la Departamentul Chimiei s-a înființat un corp special de tehnicieni pentru organizarea utilării fabricilor cu aparataj de măsură energetic.

Ing. *V. Vișoiu*, inginer șef la fabrica din Zărnești, ridică o serie de probleme legate de situația energetică a fabricii. Astfel, problema recuperării condensatului este foarte acută, iar conducerea fabricii și-a luat sarcina să restudieze și să amelioreze schema de condensat. Fabrica are dificultăți mari din cauza calității nesatisfăcătoare a oalelor de condensat, a izolației termice defectuoase, a lipsei unei tipizări a pompelor și a dificultăților la procurarea materialelor pentru sectoarele termo și electroenergetice.

Ing. *N. Moldoveanu* trage concluzii asupra referatelor prezentate și discuțiilor purtate și anunță apariția, în viitorul apropiat, a unui regulament de funcționare a serviciilor energetice.

După vizitarea întreprinderii, se prezintă recomandările consfătuirii, care sînt aprobate în unanimitate de către participanți.

În baza referatelor prezentate și a discuțiilor purtate pe marginea lor, ca urmare a celor constatate cu ocazia vizitării fabricilor „Temelia" și „N. Bălcescu" și ținînd seama de nevoia de continuare a acțiunii de normare și reducere a consumurilor specifice de energie electrică și căldură, consfătuirea consideră necesar de a face printre altele următoarele recomandări :

— Elaborarea de către institutele de cercetări și proiectări departamentale, în colaborare cu institutele tehnice ale Academiei R. P. R., de studii energetice model, pe diverse procese tehnologice.

— Întocmirea de bilanțuri energetice de către întreprinderile industriale cu sprijinul institutelor de cercetări departamentale.

— Urgentarea echipării cu aparate de măsură electrice și termice și îmbunătățirea evidenței energetice din întreprinderi.

— Întocmirea de către serviciile energetice din ministere de studii comparative pentru stabilirea determinării anumitor performanțe și măsurile necesare obținerii lor.

— Studierea de către Institutul de Energetică al Academiei R. P. R. a unor tipuri de arzătoare cu randamente ridicate, pentru sporirea productivității cuptoarelor de clincher.

— Extinderea metodei transvazării leșiilor în vederea reducerii consumului de căldură în industria celulozei.

— Extinderea construcției și folosirii compensatoarelor de fază pentru ameliorarea factorului de putere, la motoarele asincrone cu puteri mari.

— Urgentarea fabricării în țară a condensatoarelor statice și extinderea scării actuale de puteri la motoarele asincrone.

— Îmbunătățirea calității și tipizarea oalelor de condensat și a calității pompelor.

— Întocmirea unui regulament de premiere pe criterii energetice și organizarea de concursuri periodice cu premii pentru economia de energie.

*

Recomandările acestei consfătuiri se vor trimite organelor interesate, în vederea creșterii preocupărilor acestora pentru acțiunea de reducere și de economie a consumurilor de energie în general, în toate întreprinderile industriale din țară.

În concluzie se poate afirma că această consfătuire și-a atins pe deplin scopul și urmează acum ca toate cadrele de ingineri, tehnicieni și muncitori din sectoarele interesate să se străduiască pentru punerea în practică a recomandărilor acestei consfătuiri.

Ing. **M. Bienер** — Ing. **G. Panaitescu**

DOCUMENTARE

Energetica generală

Viitorul dezvoltării energetice a U. R. S. S. și perspectivele construcțiilor hidroenergetice. Pavlenko A. S., *Ghidrotehniceskoe Stroïtel'stvo* (1958) nr. **1**, pag. 1—7.

621.311.1 (47)

În 1957 producția de energie electrică a U. R. S. S. a fost de 209,5 TWh, din care 39,3 TWh (18,7%) energie hidroelectrică. Cu toate că există 9 840 MW putere hidroelectrică instalată, resursele hidroenergetice ale U. R. S. S. nu sînt folosite în prezent decît în proporție 1,7%.

Planul de dezvoltare energetică a U. R. S. S. prevede atingerea în 1972 a unei producții de 900 TWh cu o putere instalată totală de 132 000 MW.

În perioada 1959—1965 se va termina formarea sistemului energetic al părții europene a U. R. S. S. cu o putere totală de 50 000 MW, al Siberiei Occidentale cu 12 000 MW și al Siberiei Orientale cu 8 000 MW.

Marile sisteme energetice vor permite trecerea la construirea unor centrale termoelectrice cu puteri pînă la 2 000 MW și cu puteri ale agregatelor pînă la 300 MW. Va crește, în special, numărul centralelor cu gaze naturale (de la 3,3% în 1956 la 22% în 1972).

În ceea ce privește centralele hidroelectrice acestea vor reprezenta 24% din puterea totală instalată în 1972. Dintre marile centrale a căror construcție este prevăzută pot fi menționate, afară de Brațk și Krasnoiarsk, centralele Ienisei (6 000 MW) Ust-Ilimsk (3 000 MW) și Saiunsk (3 500 MW). Numeroase alte centrale hidroelectrice sînt prevăzute în partea europeană a U. R. S. S.

E. 953 *a.f.*

Alimentarea cu energie electrică și centralele electrice în viitor. *Power*, vol. 101 (1957), nr. **9**, pag. 6—8.

621.313.32

În numărul jubiliar al revistei Power, cu ocazia împlinirii a 75 de ani de la apariție, se fac următoarele aprecieri asupra consumului de energie electrică în viitor :

	1957	*1975*
disponibil pe muncitor industrial, kWh/cap	8,25	20
consum de energie pentru mica industrie și luminat public, TWh/an	100	300
consum casnic, TWh/an	150	550

În legătură cu această creștere a consumului este de prevăzut o creștere mare a parametrilor și puterilor unitare în centralele electrice. Astfel față de puterea maximă de 260 MW a grupurilor în exploatare în 1957 resp. de 450 MW în construcție, se contează în 1980 pe unități pînă la 750 MW la presiuni de 500 ata și 760°C. Parametrii cei mai înalți în prezent de 316 at 594/566/566°C. la CTE Philo (în funcțiune) și de 352 at 650/566/566°C la CTE Eddystone (în construcție) vor rămîne încă realizări izolate. Pînă se va dispune de suficiente rezultate de exploatare, limita actuală se va menține la 250 at 566°C.

Consumul specific cel mai redus este azi de 2140 kcal/kWh ; pînă în 1975 par însă realizabile valori de 1760—1880 kcal/kWh. Cicluri combinate gaze/abur pot aduce însă ameliorări.

Costul pe kW instalat de 145—150 $ în 1950 a scăzut acum la 130 $/kW și este apreciat la 110 $/kW în 1975.

Posibilitatea răcirii statorului și rotorului generatoarelor electrice face să dispară limitarea mărimii grupurilor. Hotărîtoare în această privință rămîne greutatea maximă de transportat și dimensiunile respective.

E. 954 *i.s.*

Planuri noi pentru centrale electrice în Anglia. *BWK* vol. 10 (1958), nr. **4**, pag. 207.

662.6

Autoritatea centrală a energiei electrice (CEA) a obținut acordul Ministerului Energiei pentru construcția unei centrale electrice de 1000 MW în partea de vest a Angliei. Centrala va avea 5 grupuri turbogeneratoare de cîte 200 MW fiecare, alimentate din cîte un cazan de 630 t/h cu supraîncălzire intermediară. Intrarea în funcțiune este prevăzută pentru iarna 1960—1961.

Pentru anul 1962 este prevăzută instalarea de grupuri turbogeneratoare de cîte 550 MW cu 2 axe, antrenînd cîte două turbogeneratoare de 275 MW. Pentru grupuri cu o axă de 275 MW și pentru cele cu două axe de cîte 550 MW se va folosi abur de 162 at. 565°C.

În legătură cu proiectele pentru gazificarea subterană a cărbunelui se cristalizează intenția realizării unei instalații experimentale cu un grup de 3,75 MW.

E. 955 *i.s.*

Gazificarea subterană în U. R. S. S. *Engineer*, Lond. vol. 204 (1957), nr. **5318,** pag. 940.

662.747

Raportul unei comisii de studii britanice ce a vizitat U.R.S.S. citează realizările si proiectele cele mai importante în domeniul gazificării subterane.

La Tula lîngă Moscova a fost vizitată o instalaţie de gazificare subterană pentru cărbune brun, care livrează 1500 m³/zi gaz pentru scopuri industriale. Gazul are o putere calorifică de cca. o şesime din cea a gazului de cocserie. În apropiere apare pe aceeaşi bază o centrală electrică cu un prim grup de 12 MW la care se va adăuga un al doilea.

În Asia Centrală este în curs de realizare o instalaţie de gazificare subterană de cărbune brun, destinată a alimenta o centrală electrică de 100 MW, care îşi va dubla în viitor puterea.

În Siberia funcţionează o instalaţie experimentală pentru gazificarea subterană a huilei cu un debit de 600 m³/zi. Se pregăteşte o centrală de 400 MW la Stalinsk şi o alta de 1200 MW pentru a funcţiona în viitor pe această bază, zăcămintele respective de cărbuni fiind de ordinul 100 mil. t.

La Stalino a fost vizitat un institut de cercetări în care cca 200 de ingineri se ocupă cu încercări de gazificare subterană.

După părerea comisiei britanice premizele pentru gazificarea subterană a cărbunelui şi folosirea gazului în centrale electrice sînt deosebit de favorabile în U. R. S. S.

E. 956 *i.s.*

Studiu sinoptic al diferitelor tipuri de generatoare eoliene Vadot L. : *La Houille Blancke* nr. **2** (1957), pag. 189-203, 21 fig.

621.311.24

Articolul este un studiu amplu al realizărilor din diferite perioade privind energetica vîntului, în care se arată tendinţele de dezvoltare în acest domeniu şi stadiul actual al construcţiei de generatoare de energie electrică folosind energia vîntului.

Se trec în revistă toate tipurile de motoare eoliene. Pe baza unei comparaţii critice din punct de vedere al randamentului şi al caracteristicilor de funcţionare, rezultă că unica soluţie raţională este acea folosind motoare de tip „elice" cu axa paralelă cu direcţia vîntului. Sînt descrise perfecţionările aduse de diverşi cercetători la aceste generatoare. În ce priveşte analiza diverselor părţi componente ca : pilonul, roata propriu-zisă, sistemul de reglare, cel de orientare al roţii în bătaia vîntului, transmisia mecanică de la roata eoliană la generatorul electric etc., ea este dată sub forma unor scheme principiale tabelate.

În concluzie se insistă asupra faptului că se va putea ajunge la costuri de producţie acceptabile ale kWh în momentul în care unul sau altul dintre tipuri vor fi construite într-un număr suficient de mare care ar permite adoptarea unor procedee de construcţie în serie.

E. 957 *d.bf.*

Despre participarea sarcinilor electrice ale centralelor de termoficare în graficul de consum al sistemelor energetice actuale. Nemţev Z. F. *Teploenerghetica* nr. 2 (1958), pag. 34—36

621.311.15/17 : 621.311.22 : 697 : 34

În graficul sarcinilor electrice ale sistemelor energetice, centralele de termoficare preiau baza sarcinii în scopul producerii unei cantităţi maxime de energie în regim de termoficare. La gradul actual de dezvoltare a energeticii este necesară o analiză mai amănunţită a participării CET la graficul sarcinilor electrice în funcţie şi de parametrii centralei şi ai prizelor de termoficare.

În baza analizei teoretice a acestei probleme autorul indică ordinea participării raţionale a CET în felul următor :

— CET la parametri 130 ata 570°C, şi în primul rînd cu acele agregate a căror presiune la priză este mai scăzută.

— CET la parametrii 90 ata 530°C;

— CET la diverşi alţi parametri.

E. 958 *g.c.*

Termoficare cu turbine cu gaze în industria petrochimică din S. U. A. *Oil Eng. and Gas Turb.* vol. 25 (1957), nr. **290,** pag. 237.

621.438

În S. U. A. s-au comandat două grupuri de turbine cu gaze de 13 000 respectiv 12 150 CP pentru o industrie petrochimică. Ele vor fi alimentate cu gaz natural, iar gazele de ardere vor fi folosite pentru producerea de abur destinat proceselor tehnologice.

E. 959 *i.s.*

Extinderea super-grid-ului cu 1500 mile în Marea Britanie Helitzer M. S., *Electr. Wld.* vol. 147 (1957), nr. **5,** pag. 58—60, 2 fig., 2 tab.

621.315

Extinderea reţelei de 275 kV face mari progrese în Marea Britanie, pînă în 1960 urmînd a fi puşi în funcţiune 2410 km, iar pînă în 1963 — 1964 alţi 2740 km.

Liniile duble cu cîte două conductoare de cupru cu o secţiune de cîte 113 mm² pot transmite 375 MVA, cele cu secţiunea de cîte 258 mm, 570 MVA pe sistem.

E. 950 *i. s.*

Termoenergetica

Dezvoltarea şi perspectivele construcţiei de cazane în U. R. S. S. Barstem I. K., *Energo-maşinostroienie* (1957), nr. **11,** pag. 12—15.

621.181.001/002 (47)

După ce face un scurt istoric al construcţiei de cazane în U. R. S. S., autorul prezintă tipurile moderne de cazane. În 1953, în urma colaborării institutului ŢKTI cu uzina Taganrog s-a dat în exploatare cazanul TP-240-1 de 240 t/h cu parametrii 185 at şi 555°C, cu preîncălzire intermediară la 32 at şi 525°C. Acest tip de cazan a fost construit pentru a lucra cîte două în bloc cu o turbină de 150 MW. În ultimul an uzina a trecut la construcţia cazanului TP-430 de 430 t/h 100 ata şi 540°C, construit pentru a lucra bloc cu turbina de 100 MW. Aceste cazane sînt cu circulaţie naturală, cu doi tamburi, reglajul de temperatură realizîndu-se prin injecţie între supraîncălzitoarele de convecţie şi de radiaţie.

În domeniul cazanelor cu circulaţie forţată este descris cazanul P.K. 12—68—S. P., construit de uzina din Podolsk de 300 t/h, la 215 at şi 575°C, realizat în 1955. În ultimul timp s-au generalizat parametrii de 140 at şi 570/570°C. Pentru aceşti parametri s-au construit de către uzina din Taganrog în colaborare cu ŢKTI cazanele TP-80 de 420 t/h, fără supraîncălzire intermediară şi TP-90 de 540 t/h cu supraîncălzire intermediară şi s-a trecut la proiectarea cazanului TP-100 de 660 t/h. Cazanele TP-90 şi TP-100 au două canale de gaze arse după focar şi o încărcare a focarului de 125 . 10³ kcal/m³h la arderea prafului de antracit. Între cele două trepte de supraîncălzire este injecţia pentru reglajul temperaturii, iar aburul este trecut din stînga spre dreapta cazanului şi invers. Supraîncălzitorul intermediar de convecţie este aşezat între pachetele supraîncălzitorului de înaltă presiune de convecţie pentru un reglaj mai uşor de temperatură. Reglajul de temperatură asupra încălzirii intermediare se face cu ajutorul unei suprafeţe suplimentare de încălzire prin care se trece aburul la scăderea sarcinii. În varianta cu praf de antracit aerul este preîncălzit la 400°C. Este descris apoi cazanul P K 33—83-S. P., construit de uzina din Podolsk în colaborare cu MOŢKTI pentru 660 t/h la 140 at şi 570/570°C. Cazanul are trei focare despărţite cu ecrane luminate pe ambele feţe şi o încărcare de 103 000 kcal/m³h. Supraîncălzitorul secundar este de convecţie, aşezat pe porţiunea orizontală a gazelor.

În construcţia de cazane s-a mers cu oţelurile feritice pînă la parametrii de 240 ata şi 580°C, însă la parametrii de 315 ata şi 655°C trebuie utilizate oţeluri austenitice.

Cercetările în curs tind spre următoarele obiective : mărirea sarcinii focarelor pe m² şi creşterea debitului pe metru de lăţime şi căutarea unei metode cît mai raţionale a reglajului

de temperatură inclusiv la supraîncălzirea intermediară care să permită automatizarea simplă a cazanelor fără a provoca scăderea randamentului.

E. 961 *ad.b.*

Construcţia de turbine de abur la uzina L. M. Z. Spiridonov K. A. şi Şapiro I. V. *Energo-masinostroienie* (1957), nr. **11**, pag. 5—11.

621.165.001/002 (47)

Autorii prezintă realizările uzinei L. M. Z. începînd din anul 1924, cînd în urma reconstrucţiei aici s-a construit prima turbină sovietică de 2 000 kW, cu parametrii aburului de 12 ata şi 300°C. Se arată drumul străbătut de cercetătorii uzinei şi preocupările lor în perioada 1930 cînd s-a trecut la construcţii de turbine mari după licenţe Metropolitan-Vickers, apoi în perioada 1938—1939, cînd s-au construit marile turbine de concepţie sovietică AK-50-2, AL-100-1 şi AP-50-1, apoi perioada 1946 cînd s-a trecut la parametrii înalţi 90 ata şi 480-500°C.

Se descriu pe larg cercetările făcute cu ocazia fabricaţiei, experimentării şi exploatării turbinei SVK-150-1 de 150 000 kW cu parametrii aburului de 170 ata şi 550/520°C. Aceste cercetări au dus la înlocuirea oţelului austenitic din corpul de înaltă presiune cu oţel perlitic CrMo de tip 20 HMFL, s-a obţinut un singur sistem de vibraţie critică la corpurile de medie şi joasă presiune şi la generator, s-a trecut la temperaturi de 570—580/530—535°C. S-a trecut la importante cercetări de aerodinamică la paletele de înaltă presiune şi la eşaparea corpului de medie şi de joasă presiune; s-a studiat alegerea profilului optim, alegerea coeficientului u/Co optim al gradului de reacţiune, micşorarea jocurilor radiale, dimensionarea paletelor foarte mari. În urma acestor cercetări s-a construit un tip de SVK-150 îmbunătăţit cu un randament întern cu 5% mai mare şi cu turbină VK-100-5 superioară turbinei VK-100-2 cu 4%.

Se descriu lucrările pentru trecerea la parametrii supraînalţi, la construirea turbinelor VK-50-3, VK-100-6 şi VPT—50-2 cu parametrii aburului 90 ata şi 535°C. apoi la turbina VPT-50-3 cu parametrii 130 ata şi 565°C. S-a trecut la construcţii pentru parametrii de 600—650°C, analizîndu-se comportarea oţelurilor austenitice şi posibilitatea înlocuirii lor cu oţeluri perlitice.

Se descrie turbina PVK-200-1 al cărei ultim rînd de palete are o lungime de 765 mm la D_m = 2 100 mm şi pierderi reziduale de 10 kcal/kg.

În proiectare este turbina S. V. K.-200-1 de 200 000 kW cu parametrii 220 ata 600°C, al cărei randament total este cu 4% mai mare decît P. V. K.-200-1 şi turbina S. V. R.-50-4, care este formată din cilindrul de înaltă presiune al turbinei S. V. K.-200-1. De asemenea se lucrează la proiectul unei turbine de 300 000 kW cu parametrii aburului de 300 ata 650/565/565°C care va depăşi randamentul turbinei S. V. K.-200-1 cu 5%.

E· 962 *ad.b.*

Cercetarea circulaţiei cazanului P. K.-10 P în regim nestaţionar Haiki I. V., *Teploenerghetica* 10 (1957), pag.17—21, 2 tabele, 7 figuri.

621.165

Pentru cercetarea siguranţei de funcţionare a ecranelor cazanului P. K.-10 P în regim nestaţionar, s-au făcut o serie de încercări pentru stabilirea circulaţiei la variaţii bruşte de presiune şi de sarcină şi anume în următoarele condiţii : variaţiile de presiune la sarcina calorică construită, iar variaţiile de sarcină la presiune practic constantă. Vitezele de variaţie au fost de : 3,6,12,18 at/min, respectiv de 10, 20, 40, 60 80 t/h pe minut.

Rezultatele încercărilor sînt date sub formă de tabele şi diagrame în care se urmăresc în mod special următoarele elemente :

— vitezele de circulaţie în ţevile urcătoare şi în cele coborîtoare ;

— variaţiile de nivel ;

— variaţiile temperaturii apei la intrarea în ţevile coborîtoare.

Începînd cu viteza de scădere a presiunii de 12 at/min, fenomenul de vaporizare a apărut în toate ţevile coborîtoare, iar în cele corespunzătoare ţevilor din colţuri ale ecranelor laterale, vaporizarea a început chiar la viteza de 6 at/min. Totuşi nu s-a petrecut nici o perturbare a circulaţiei, ceea ce dovedeşte că numai depăşirea unei anumite limite a conţinutului de abur în ţevile coborîtoare poate antrena perturbaţii în circulaţie.

Un factor foarte important în determinarea vitezei limită de variaţie a presiunii este schimbarea bruscă a nivelului în tambur şi anume : creşterea nivelului la scăderea presiunii şi invers. Acest factor limitează scăderea presiunii la valoarea de 18 at/min şi creşterea presiunii la valoarea de 10 at/min.

Acelaşi factor limitează şi viteza de variaţie a sarcinii.

Concluziile practice ale acestor încercări sînt :

1. La sarcină calorică constantă, variaţiile de presiune de ± 18 at/min nu antrenează perturbaţii de circulaţie.

2. Creşterea vitezei de scădere a presiunii intensifică circulaţia şi invers. O slăbire bruscă a circulaţiei are loc la creşterea presiunii de 18 at/min.

3. Variaţii de sarcină de ± 80 t/h pe min. la presiune practic constantă nu provoacă perturbaţii de circulaţie. La creşterea vitezei de mărire a sarcinii, circulaţia se intensifică şi invers.

Plecînd de la valorile limită ale nivelului în tambur se recomandă să nu se depăşească următoarele viteze de variaţie :

— la scăderea presiunii 18 at/min;
— la creşterea presiunii 10 at/min.
— la creşterea sarcinii 140 t/h pe min;
— la scăderea sarcinii 70 t/h pe min.

E. 963 *c.d.*

Opriri forţate ale turbinelor şi cazanelor de înaltă presiune. Raport al subcomitetului AIEE. Trans. AIEE 76 (1957), P. III. Power *App. and Syst*, pag. 338—343, 6 tabele.

621.181.65 : 621.165.004.64

Raportul este o prezentare a unei anchete naţionale, care se întinde pe 5 ani (1950—1954), referitoare la opriri forţate ale turbinelor cu presiuni mai mari ca ∽ 49 ata şi puteri egale sau mai mari de 20 MW la turbinele de condensaţie şi de 10 MW la cele cu contrapresiune (înaintaşe) precum şi cazane mai mari de 90t/h. Rezultatele finale sînt reproduse în tabela 1.

Tabela 1

Presiuni	Opriri forţate în % turbine/cazane					
	1950	1951	1952	1953	1954	1950—54
mai mici ca 70 ata	1,42 / 0,89	0,66 / 0,55	0,43 / 0,78	0,73 / 0,89	0,67 / 1,2	0,78 / 0,84
70—95 ata	1,59 / 1,70	0,81 / 1,30	0,82 / 1,36	0,43 / 1,14	1,86 / 1,21	1,1 / 1,33
mai mari ca 95 ata	0,15 / 0,95	0,75 / 0,70	0,71 / 0,70	1,07 / 0,82	0,99 / 1,19	0,89 / 0,90

Pentru grupuri bloc cu presiuni mai mari ca 95 ata ale căror probabilităţi de avariere sînt : turbină 0,0089 şi cazane 0,0090 avem respectiv 1 — 0,0089 = 0,9911 şi 1—0,009 = 0,991 drept valorile probabilităţilor de a fi bune. Pe bloc 0,9911. 0,991 = 0,98218. Deci probabilitatea de avarie a unui bloc este de 100—98,218 = 1,782 %

E. 964 *a.r.*

Din experienţa construcţiei unei centrale termoelectrice de mare putere. Coţ I. D. şi Rogovin, *Electriceskie stanţii* nr. **2** (1958), pag. 46—53

621.311.22

La una din CTE din sudul U. R. S. S. se instalează şase turbine de tipul VK-100-2 şi 12 cazane de abur de tipul TP — 230—B, care vor funcţiona cu mărunt de antracit. Caracteristic pentru această centrală este faptul că intrarea în funcţiune a celor 6 turbogeneratoare se face în continuare, fără să existe diferenţe de timp între etapele de construcţie.

În articol se dau pe larg amănunte interesante privind partea de construcţie a CTE, dintre care : baza de construcţii, construcţia clădirii principale etc. Pentru construcţia clădirii principale s-au folosit elemente prefabricate de mari dimensiuni din zgură şi beton spongios.

E. 965 *g. c.*

Centrala termoelectrică Gebersdorf II. *Energie*, 10 (1958), nr. **1**, pag. 2—8.

621.311.22

Pentru a acoperi consumul de energie al regiunii în imediata apropiere a centralei termoelectrice Gebersdorf I, construită după război, s-a construit o nouă centrală termoelectrică.

Au intrat în funcţiune primele trei grupuri de 50 MW şi este în proiectare extinderea ei cu un grup de 100 MW. Tema de proiectare a centralei prevedea măsuri speciale pentru o variaţie de sarcină între gol şi vîrf de 1 : 6,8. Cu toate aceste condiţii grele, centrala trebuia să fie construită la cea mai înaltă expresie a tehnicii. Parametrii aburului aleşi sînt de 110 ata şi 530°C cu supraîncălzire intermediară la 505°C. Cinci prize regenerative preîncălzesc apa de alimentare la 228—240°C. Apa este degazată la 130°.

Cazanul cu circulaţia naturală este prevăzut cu trei etaje de arzătoare de praf de cărbune în fiecare colţ al focarului şi cu un mic grătar cu lanţ. Numai cu grătar, cazanul lucrează în condiţii bune la sarcini între 0 şi 4 MW, apoi are o zonă instabilă între 4 şi 8 MW, iar între 8 şi 50 MW lucrează atît cu grătarul cît şi cu arzătoarele de praf. Ventilatoarele de aer au reglaj de turaţie cu cuple hidraulice.

Turbina, în trei corpuri cu dublu flux la corpul de joasă presiune, este de acţiune la treptele de înaltă presiune şi are 14 % reacţiune la treptele de medie şi joasă presiune. Vibraţiile sînt deosebit de mici : 1—3 μ.

Turbina are izolaţie specială, acustică şi termică.

Se descriu manevrele de pornire rapidă a centralei. Pornirea normală se face în 2h50′, iar încărcarea în 1h. La nevoie se poate scurta pornirea la 1h30′, iar încărcarea la 20′ Automatizarea termică de tip electric lucrează în bune condiţii de la sarcina 12 MW în sus.

Centrala a demonstrat a avea o elasticitate excepţională.

La sarcina optimă se obţine un consum specific net la barele de 110 kV de 2 500 kcal/kWh.

Este descrisă de asemenea o centrală hidroelectrică de acumulare aşezată în apropiere avînd în prima etapă 70 MW şi în faza finală 140 MW. Centrala echipată cu grupuri de 35 MW, formate din turbine Francis, generator-motor sincron şi pompă axială, serveşte la aplatizarea curbei de sarcină şi lucrează combinat cu centrala termoelectrică.

E. 966 *ad. b.*

Proiectarea şi execuţia de conducte de abur pentru transport la distanţă. Wiese, Fr. F. : *BWK* vol. 10 (1958), nr. **3** : pag. 108—114, 14 fig., 36 ref. bibl.

621.643

După consideraţii generale în legătură cu proiectarea şi condiţiile economice ale transportului de abur la distanţă, în care se examinează comparativ aşezarea exterioară sau subterană a conductelor, se trece la problema compensării şi suporţilor şi a alegerii armăturilor, izolaţiei şi dispozitivelor de măsură cele mai adecvate.

În partea finală se tratează problemele ce apar la construcţia şi punerea în funcţiune a conductelor cît si indicii de cost.

E. 967 *i.s.*

Automatizarea cazanelor de debite mici. Dubinin A. A. şi Fridman M. S. : *Energhetic* nr. **3** (1958), pag. 4—5

621.181 : 621—52

În proiectele institutelor de proiectare ale întreprinderilor industriei textile din U. R. S. S. se prevede extinderea pe scară mare a automatizării şi mecanizării cazanelor de abur şi apă fierbinte (automatizarea alimentării cu cărbune).

Se dă schema de automatizare a cazanelor de apă sau abur, de debite mici.

Chiar în cazul confecţionării separate a complexelor de automatizare, recuperarea cheltuielilor suplimentare de investiţie din economia obţinută din reducerea de personal şi creşterea randamentului se face în 4—6 luni.

E. 968 *g.c.*

Electroenergetica

Despre modul de punere la pămînt a conductoarelor de protecţie la liniile electrice de transport de lungimi mari. Melnikov A. N., Gerşengorsc A. I. şi Şerentiş N. A. : *Electricestvo* nr. **1** (1958), pag. 25—30.

621.315.1 : 621.316.9

Articolul se ocupă de modul de punere la pămînt a conductoarelor de protecţie, pornind de la pierderile de energie datorite inducţiei.

Se analizează concret cazul liniei de 400 kV Kuibîşev-Moscova, precum şi o linie de 220 kV avînd lungimea de 360 km. Se arată că în cazul liniilor lungi, în special în cazul celor echipate cu două conductoare de protecţie, buclele, conductoarele de protecţie-pămînt, respectiv conductor de protecţie-conductă de protecţie duc la pierderi mari de energie datorită curenţilor care circulă prin ele. Astfel în cazul liniei Kuibîşev-Moscova, echipată cu două conductoare de protecţie de oţel cu secţiunea de 70 mm² tensiunea electromotoare, care se induce la sarcina de 1 100 MW, reprezintă 52 V/km pe fiecare porţiune de transpoziţie, iar curentul în conductorul de protecţie este de 27 A. Pierderile totale de putere în conductoarele de protecţie reprezintă 3MW, iar pierderile de energie anuale ar fi de 10 milioane kWh.

Se recomandă (la linia Moscova-Kuibîşev s-a şi realizat) izolarea conductorului de protecţie de stîlpi prin intermediul unui izolator şi legarea lui directă la pămînt numai într-un singur punct între doi stîlpi de întindere.

Conductorul de protecţie se întrerupe la aceşti stîlpi printr-un eclator. De asemenea, pe toată lungimea liniei, la fiecare stîlp se prevede cîte un eclator care se amorsează în cazul apariţiei unor supratensiuni de natură atmosferică şi pune conductorul la pămînt.

E. 969 *d. m*

Unele concluzii în legătură cu experienţe de anclanşare nesincronă a liniilor de transport. Barzauc B. A. : *Electricestvo*, nr. **1** (1958), pag. 70—73.

621.316.13 : 621.311.16

Pe baza rezultatelor experienţelor efectuate pe o linie de 110 kV avînd lungimea de 100 km, care leagă o centrală termoelectrică cu sistemul, se arată posibilitatea reanclanşării automate rapide a liniilor de transport fără controlul sincronismului. Se indică schemele propuse pentru RAR şi se dau oscilogramele obţinute în timpul efectuării experienţelor.

Articolul prezintă un deosebit interes pentru inginerii care se ocupă cu stabilitatea sistemelor energetice şi pentru personalul de exploatare a sistemelor noastre energetice.

E. 970 *d. m.*

Lucrări sub tensiune la linii aeriene de joasă tensiune. Mohr G. : *Elektrizitätswirtschaft*, 56 (1957), nr. **11**, pag. 389—391.

614.825 : 621.315.172

Articolul tratează cîteva lucrări sub tensiune la reţele de joasă tensiune, permise prin normele VDE-0105, cu folosirea unor mijloace auxiliare de protecţie.

Sînt descrise două tipuri de cleşti pentru schimbarea siguranţelor pe stîlpi.

Cu ajutorul unor haine de protecţie din pînză izolantă se poate monta un suport pentru izolatoare sub linia sub tensiune. Îmbrăcămintea descrisă acoperă tot corpul, lăsînd numai faţa liberă. Pentru aerisire, are pe spate o capă cu găuri prevăzute cu inele din cauciuc buretos.

Cu echipamentul de mai sus este posibilă legarea la izolatoare a conductoarelor sub tensiune ale liniilor şi racordarea instalaţiei casnice. Partea superioară a suportului se acoperă cu pînză cauciucată, legată cu benzi de cauciuc. Conductoarele se îmbracă în tub de cauciuc sau perlon. Traversele sînt acoperite cu un fel de casete din lemn impregnat cu ulei de in, care le izolează avînd şi rolul de a ţine conductorul în poziţie corectă, în timpul lucrărilor.

E. 971 *an.b.*

Lucru sub tensiune pe liniile electrice suedeze de înaltă tensiune. David Zetterholm O. şi Lars G. Bergman, *ETZ-B* (1958), nr. **2**, 7 pagini, 1 tabelă, 17 fotografii

621.315.17 (485)

Se face o prezentare detaliată a experienţelor şi rezultatelor obţinute în Suedia, la efectuarea reviziilor şi reparaţiilor liniilor de transport de înaltă tensiune fără scoaterea lor de sub tensiune.

În introducere se prezintă importanţa pe care o are efectuarea reparaţiilor sub tensiune în special pentru Suedia, unde liniile sînt lungi şi leagă partea de nord a ţării, bogată în resurse energetice, de partea de sud, unde se află principalii consumatori.

În Suedia preocupările pentru realizarea lucrărilor de acest gen au început din anul 1949, avînd la bază în special experienţa S. U. A. în această direcţie. Este cunoscut faptul că şi în U. R. S. S. există o practică de mulţi ani în această direcţie, pe care autorii articolului fie că nu o cunoşteau, fie că nu o citează.

Se prezintă pe rînd lucrările care au fost realizate sub tensiune. Expunerea insistă în mod deosebit asupra instrumentelor necesare la efectuarea lucrărilor.

Ilustraţiile care însoţesc textul şi care prezintă fotografii luate în timpul executării lucrărilor ridică mult valoarea practică a articolului.

Se citează următoarele lucrări efectuate sub tensiune: schimbarea lanţurilor de izolatoare sau a izolatoarelor suport la linii de la 40 kV la 400 kV inclusiv montarea amortizoarelor, schimbarea suporţilor, schimbarea consolelor, îndepărtarea chiciurii şi gheţii de pe linii, precum şi încercări cu ştanga.

De asemenea, se dau indicaţii asupra măsurilor de tehnică a securităţii, de instruire a personalului etc.

În încheiere se indică rezultatele bune care s-au obţinut şi faptul că pînă în prezent nu au avut nici un caz de accident de lucru.

Articolul prezintă mult interes pentru inginerii şi tehnicienii care au în exploatare linii de înaltă tensiune.

E. 972 *d.m.*

Semnalizarea depunerii de chiciură pe liniile de transport. Livingstone F. C. : *Power Engineering*, 61 (1957), nr. **12**, pag. 86.

621.315.175

Reţeaua din nordul Scoţiei nu este legată cu sistemul energetic al Angliei. Climatul şi poziţia geografică a liniilor de transport din Scoţia fac să fie foarte acută problema depunerii de chiciură pe linii.

Liniile de 132 kV trec munţii, paralel cu trecătorile principale. Întreţinerea acestor linii este deosebit de grea iarna, cînd drumurile rămîn impracticabile pentru multe săptămîni.

Pentru semnalizarea automată a depunerii de chiciură s-au făcut experienţe în punctul cel mai înalt al pasului Lecht.

Un dispozitiv dinamometric, introdus între primul izolator al lanţului şi vîrful stîlpului, este reglat la 1 170 kg. La depăşirea acestei forţe (care acoperă tensiunea normală şi presiunea vîntului) el închide contactul unui releu aşezat sub stîlp, într-un loc adăpostit. Tot acolo se află aparatura ce porneşte la comanda releului. Un disc de patefon, de 15 mm, după o scurtă perioadă de încălzire pronunţă mesajul „se formează chiciură la Lecht", timp de două minute şi îl repetă la fiecare 15 minute. Un emiţător transmite mesajul care este primit de un post de radio VEF la 60 mile şi retransmis automat la camera de dispecing de la Aberdeen.

Dispecerul avertizat execută topirea chiciurii prin încălzire cu ajutorul unui generator local.

E. 973 *a. r.*

Artera de 380 kV Rommerskirchen-Hoheneck. Roser H.: *ETZ-A* vol. 79 (1958), nr. **1**, pag. 1—9, 13 fig., 5 tabele, 18 referate bibl.

621.311.13.027.388

La 5 octombrie 1957 a fost pusă în funcţiune prima linie de 380 kV din R. F. G. între Rommerskirchen-Hoheneck avînd o lungime de 340 km. Această linie realizată cu stîlpi cu dublu circuit de tip Dunăre face parte din artera Brauweiler-Rheinau-Bürs (Austria) şi serveşte la transportul unor importante puteri pe direcţia nord-sud. Articolul prezintă comparativ cu celelalte ţări în care există tensiunea de 380 kV (Suedia, U. R. S. S. şi Franţa) caracteristicile constructive ale liniei şi staţiilor terminale, insistîndu-se asupra problemelor fundamentale legate de dimensionarea izolaţiei, alegerea echipamentului electromecanic, a tipului de protecţie împotriva supratensiunilor şi supraintensităţilor, precum şi a mijloacelor de telecomunicaţii adoptate. La sfîrşit se fac cîteva consideraţii legate de economia transportului la tensiunea de 380 kV. Prin adoptarea în viitor a unor transformări directe la centrala de la 10/380 kV şi la un consumator de la 380/110 kV în raport cu schema actuală (care include tensiunea de 220 kV ca o treaptă intermediară) se speră să se obţină economii, la transportul de energie sub tensiunea de 380 kV, de 40% faţă de transportul la tensiunea de 220 kV.

E. 974 *a.r.*

Introducerea legării directe la pămînt a neutrului în Germania şi însemnătatea ei pentru tehnica punerii la pămînt: *Koch W. E. T. Z. — A.* 79 (1958) nr. **4** pag. 114 — 116, 6 fig. 12 ref. dibl.

621.316.992 :621.316.13.027.7

În legătură cu mărirea reţelelor de 220 kV şi introducerea treptei de tensiune de 380 kV reţeaua germană care funcţiona pînă în prezent cu neutrul legat la pămînt prin bobina Petersen a fost trecută la o funcţionare cu neutrul legat direct la pămînt. Curenţii de scurtcircuit foarte mari ce apar în această situaţie (5—10 kA) pun condiţii foarte grele pentru prizele de pămînt pentru a se putea menţine un potenţial de 125 V în conformitate cu normele VDE 0141.

Ţinînd seama de lipsa de experienţă proprie s-au întreprins numeroase experienţe şi studii începînd cu încercări cu cuva electrolitică pentru a determina comportarea diferitelor prize de pămînt. În mod normal pentru rezistivităţi normale ale solului şi pentru staţii mari nu au apărut condiţii mai grele pentru prizele de pămînt faţă de trecut. În continuare, se prezintă principalele rezultate obţinute, arătîndu-se că anumite aspecte ale siguranţei nu ar fi putut fi determinate prin calcul (potenţialul periculos al cabinelor telefonice, canalizări de apă etc), dar rezultatele experimentale au permis să se asigure condiţii satisfăcătoare din punct de vedere al tehnicii securităţii. Rezultate satisfăcătoare şi comparabile au arătat cercetările teoretice şi experimentale făcute privind potenţialul stîlpilor. Mijloacele cele mai eficace de micşorare a diferenţei de potential la valori nepericuloase antrenează prize costisitoare (trei prize inelare ce sînt dispuse la adîncimi între 0,5 şi 1,5 m şi distanţe radiale faţă de stîlp de 4,7 şi 10 m), care nu se justifică decît în zonele locuite.

E. 975 *a. r.*

Energetica nucleară

Fuziunea nucleară pentru producerea de energie electrică. *Electrical Times*, 133 (1958), nr. 3455, pag. 163 — 165, 5 fig., 1 tabelă.

539 8

Se descrie foarte detaliat şi prin ilustrare cu cinci figuri echipamentul ZETA cu care s-a obţinut la Harwell procesul de fuziune şi o temperatură de 5 000 000°C. ZETA este compus

dintr-un tor de aluminiu avînd diametrul interior 1 m şi diametrul mediu al torului de 3 m ; grosimea pereţilor este de 2,5 cm. Torul este introdus între două inele formate din tole bobinate, care alcătuiesc primarul unui transformator al cărui secundar este constituit de o coloană de gaz conductibil din interiorul torului de aluminiu. În jurul torului este bobinată o înfăşurare care produce un cîmp longitudinal care are drept scop stabilizarea coloanei de gaz conductibil. În interiorul torului se face vid şi apoi se introduce un gaz de deuteriu cu o presiune de 10^{-4} mm coloană Hg. Primarul transformatorului este excitat de o baterie de condensatoare compusă din 42 unităţi, totalizînd 1 600 μ F şi care înmagazinează o energie de 500.000 Joule (0,14 kWh).

După descărcare condensatoarele sînt separate de circuitul primar care induce în secundar (coloana de gaz) pulsuri de curent la intervale de 10 s. Valoarea curentului indus poate atinge 200 kA, creşterea producîndu-se în intervale de timp de 1,2 ms. În aceste condiţii coloana de circa 1 m de gaz conductibil suferă o contracţie care creează presiuni colosale şi temperatura creşte pînă la $(2-5)10^6$°C. În aceste condiţii se poate produce fuziunea nucleelor de hidrogen greu sau litiu.

E. 976 *a.r.*

Din raportul de activitate E. d. F. pe anul 1956. *Usine Nouv.* vol. 13 (1957), nr. 42, pag. 23—27.

621.311

Din raportul de activitate a lui Electricité de France, care comentează pe larg cifrele deja comunicate pentru anul 1956, reţinem în legătură cu construcţia centralelor atomoelectrice : după CAE Marcoule, intrată în funcţiune la 29.9.56 ca prima centrală atomoelectrică din Europa Occidentală, sînt în construcţie instalaţiile G 2 şi G 3 de cîte 25 MW care sînt realizate de Comisia pentru energia nucleară şi care urmează a fi exploatate în comun cu E. d. F. Prima centrală atomoelectrică care se instalează direct de E. d. F. la Chinon, cu o putere de 60 MW, urmează a intra în funcţiune la finele anului 1959.

E. 977 *i.s.*

Programul olandez pentru energia nucleară *BWK* vol. 10 (1958), nr. 3, pag. 147.

621.039

După programul făcut cunoscut de guvernul olandez, cu începere din 1965 se vor construi în Olanda numai centrale atomoelectrice. Investiţiile corespunzătoare în intervalul 1962 — 1975 se apreciază la circa 700 mil. $.

Întrucît actualmente mai mult decît jumătate din consumul olandez de energie este acoperit cu combustibili din import, producerea de energie electrică în centrale atomoelectrice va deveni relativ devreme economică.

Prima CAE urmează a intra în funcţiune în 1962.

E. 978 *i.s.*

Punctul de vedere al VDEW în problema energiei nucleare. *BWK* vol. 10 (1958), nr. 4, pag. 208

621.039

Într-un memoriu intitulat „Centrale atomoelectrice", Uniunea Centralelor Electrice Germane (VDEW) a expus punctul ei de vedere în problema folosirii energiei nucleare pentru producerea de energie electrică şi de căldură.

Se explică în introducere că se consideră acum că prima fază de dezvoltare a erei atomice a înaintat atît, încît nu mai este cazul a se menţine o poziţie reţinută şi că se poate păşi la schiţarea cadrului unui program. Totuşi se relevă că economicitatea energiei nucleare mai depinde de o serie de factori nesiguri, dintre care cea mai mare importanţă o au cheltuielile pentru asigurări, pentru pregătirea materialului fisionabil şi îndepărtarea deşeurilor sale. La acestea se adaugă influenţa încă nelămurită asupra cheltuielilor globale datorită faptului că centralele atomoelectrice vor funcţiona ca centrale de bază, înrăutăţind prin aceasta durata de utilizare a celorlalte centrale cu care lucrează interconectat.

Punctul de vedere al VDEW este cristalizat în 10 principii dintre care reţinem : alimentarea publică cu energie reprezentată prin această Uniune doreşte să contribuie la crearea bazelor tehnice, economice şi juridice pentru a dezvolta apoi pe aceste baze un program concret de instalaţii. VDEW nu vede deocamdată un avantaj în realizarea de centrale comune atomoelectrice internaţionale. Totuşi nu exclude colaborarea internaţională.

VDEW este dispusă să promoveze chiar cu sacrificii materiale crearea unei industrii nucleare germane şi să-şi finanţeze singură centralele atomoelectrice, necesitînd însă pentru primele instalaţii un ajutor de demaraj din partea statului.

E. 979 *i.s.*

RECENZII

FRIEDRICH MÜNZINGER : Centrale atomoelectrice, Edit. Springer, Berlin, 1957, 224 pagini, 171 figuri, 51 tabele, 15 referate bibliografice.

621.311.25 : 621.039 (048)

Lucrarea este formată din trei părţi. Prima parte tratează probleme teoretice şi cuprinde noţiuni de structura materiei şi descrierea fenomenelor de bază din fizica reactoarelor nucleare. Se studiază părţile principale ale reactoarelor şi problemele ce se pun în legătură cu răcirea lor şi construcţia elementelor combustibile.

A doua parte a lucrării tratează probleme tehnice legate direct de construcţia reactoarelor de putere pentru centralele atomoelectrice. Un prim capitol tratează despre elementele de construcţie ale reactoarelor nucleare descriind totodată şi cele mai importante realizări şi proiecte de astfel de instalaţii. Se analizează apoi problemele specifice ce rezultă din exploatarea lor ca : pornirea şi oprirea reactorului, îndepărtarea deşeurilor radioactive, pericolul accidentelor etc.

În capitolul următor se studiază problemele termice ale diferitelor tipuri de reactoare nucleare şi modul în care au fost rezolvate. În ceea ce priveşte randamentul transformării energiei calorice în energie electrică, în funcţie de temperatura agentului motor, la turbină se menţionează că pentru turbinele cu abur cele mai mari avantaje le oferă reactoarele răcite cu metale lichide, apoi acelea răcite cu apă fie sub presiune, fie cu vaporizare şi în cele din urmă reactoarele răcite cu gaze (CO_2). În ceea ce priveşte turbinele de gaze, datorită temperaturii mai mari ce se poate obţine la agentul motor, cele mai mari randamente le asigură reactoarele răcite cu metale lichide. Pentru ambele tipuri de turbine se arată că se pot realiza practic randamente în jur de 40 %. Centralele atomoelectrice cu un singur circuit termic şi cu agent de răcire gaze nu sînt luate în discuţie neexistînd încă realizări practice.

Un ultim capitol se ocupă de ansamblul centralelor atomoelectrice studiind dispoziţia lor în spaţiu pentru cîteva tipuri specifice. Se subliniază, în special, mărimile de siguranţă ce se iau pentru a prevedea urmările unor accidente care pot avea consecinţe deosebit de grave din cauza împrăştierii produselor radioactive.

A treia parte a lucrării tratează problemele economice ale centralelor atomoelectrice, comparîndu-le cu centralele electrice clasice. Se analizează problema extragerii cărbunilor în viitor şi economia de consum de cărbune ce s-ar putea face prin construirea centralelor atomoelectrice. Lucrarea se încheie cu studierea planului de construcţii ale reactoarelor de putere în R. F. G. şi expune pe scurt planurile de dezvoltare ale construcţiilor centralelor atomoelectrice în Anglia, S. U. A. şi U. R. S. S.

Cartea reprezintă cea de-a doua ediţie scoasă de autor în ultimii ani cu acest subiect şi cuprinde o tratare mai completă şi mai actuală a problemelor respective. Lucrarea se bazează

în cea mai mare parte pe extrase din rapoartele vol. III ale Conferinței de la Geneva din august 1955, prezentînd, în general, puține date ale realizărilor mai recente. Autorul se mărginește la a cita date din literatura de specialitate pe care le comentează cu suficientă rezervă. Aportul autorului reiese însă din trierea unui material bogat și prezentarea lui sub o formă clară și concisă.

Lucrarea se adresează tehnicienilor care doresc să se introducă în tehnica energeticii nucleare și să cunoască problemele ce se pun în construcția centralelor atomoelectrice, perspectivele lor în viitor, cum și cîteva din realizările mai importante de pînă acum în acest domeniu.

E. **Paul Rașeu**

Instrucțiuni pentru exploatarea rețelelor termice MCE, U. R. S. S. Direcția Tehnică. PIK M. M. : Gosenergoizdat, Moscova (1957), 182 pag., 37 figuri, 10 anexe, nomograme de calcul, tabele și formulare de exploatare.

697.34.004.2

Exploatarea rețelelor și punctelor termice, în cadrul termoficării urbane și industriale se ghida, pînă în prezent, după norme separate, întocmite de institutele de proiectare, organizațiile de exploatare, sau după lucrări ale diverșilor autori. Parțial, exploatarea rețelelor termice este tratată și în „Reguli de exploatare termică ale centralelor și rețelelor electrice".

Lucrarea „Instrucțiuni pentru exploatarea rețelelor termice" este prezentată în modul cel mai complet, cuprinzînd toate capitolele referitoare la exploatarea rețelelor și punctelor termice. Aceste instrucțiuni aprobate de Direcția Tehnică a MCE al U. R. S. S., valabile pentru întreaga Uniune Sovietică, sînt astfel întocmite încît să cuprindă toate cazurile particulare posibile în exploatarea rețelelor și punctelor termice pe bază de indicațiuni unice în scopul obținerii unor indici tehnico-economici optimi.

Lucrarea are 5 capitole și anume :

— Problemele de bază și organizarea exploatării ;
— Pornirea rețelelor și punctelor termice ;
— Exploatarea curentă a rețelelor termice exterioare ;
— Exploatarea curentă a punctelor termice ;
— Reparația rețelelor și punctelor termice.

Cele cinci capitole se referă atît la rețelele și punctele termice de apă fierbinte cît și la cele de abur.

În mod sugestiv, diverse operațiuni de exploatare a rețelelor și punctelor termice în caz de avarie, reparațiuni sau exploatare curentă, se indică pe schema de principiu pe care sînt notate toate aparatele și armăturile necesare.

Se dau indicații practice pentru executarea de reparații mici și intervenții de către personalul de exploatare. În afară de aceasta, sînt indicate și formulele practice necesare stabilirii diferitelor dimensiuni ca de exemplu : diametrul unei diafragme, diametrul ajutajului elevatorului etc. În instrucțiuni sînt arătate cantitățile de materiale necesare exploatării rețelelor și punctelor termice : material de etanșare pentru compensatoare cu presetupă, ulei, grafit etc.

De asemenea se indică normele de timp în care trebuie să fie executate diverse lucrări de reparații.

Prețioase sînt modelele de formulare tip necesare legalizării lucrărilor, stabilirii responsabilității, personalului de exploatare și reparații precum și ordonării și evidenței tuturor încercărilor efectuate rețelelor și punctelor termice.

În anexe se dau diferite norme de calcul și pentru elementele de bază ale rețelelor termice, care erau folosite ca metode și norme locale de diferite organizații și instituții de exploatare și proiectarea de rețele și puncte termice.

Lucrarea recenzată prezintă un material bogat pentru proiectarea și exploatarea rețelelor și punctelor termice. Prețios în lucrare este faptul că pe baza unei experiențe de zeci de ani de exploatare se stabilesc norme generale, valabile pentru un domeniu foarte larg, între care, se pot încadra și condițiile pentru termoficarea din R. P. R.

E. **Gh. Colț**

HERBERT BAATZ : Supratensiuni în rețelele electrice. Springer-Verlag, Berlin (1956), 295 pag., 213 fig.

621.316.11 ·621.3.015.3

Monografii care să îmbrățișeze fenomenele de supratensiuni în rețelele electrice apar destul de rar în literatura tehnică. Dacă nu ne referim la tratate, care astăzi pot fi considerate clasice, cum sînt cărțile lui R. Rüdenberg, L. Bewley, L. Sirotinski sau I. Roth, putem spune că marea majoritate a materialului bibliografic legat de problema supratensiunilor este publicat sub formă de articole în reviste sau rapoarte la conferințe internaționale.

Este explicabil din această cauză interesul stîrnit de cartea lui Baatz, care tratează problema sub toate aspectele ei.

Capitolele principale ale cărții sînt :

1. Furtuna. 2. Lovitura de trăznet în linii electrice aeriene. 3. Unde călătoare pe linii. 4. Protecția liniilor electrice aeriene împotriva supratensiunilor atmosferice. 5. Aparataj de protecție împotriva supratensiunilor. 6. Protecția rețelelor electrice împotriva supratensiunilor. 7. Supratensiuni interne. 8. Măsuri de protecție împotriva supratensiunilor interne.

Materialul este bine dozat, insistînd asupra problemelor esențiale. Partea grafică este foarte bine redată. Stilul cărții este sobru, concis și clar.

Deosebit de valoroasă este lista bibliografică, care cuprinde, grupat pe probleme, un număr mare de titluri de articole și rapoarte privind problema supratensiunilor.

Ținem să remarcăm unele amănunte. Astfel :

În capitolul „A" se prezintă materiale documentare recente asupra urmăririi fenomenelor din atmosferă nu numai cu baloane sondă, ci și prin radar.

În același capitol însă, la paragraful 3, care tratează teoriile încărcării electrice a norilor de furtună, se neglijează complet o teorie care în ultimul timp este din ce în ce mai mult recunoscută, a savantului sovietic Frenckel.

Capitolul „C", tratînd problema undelor călătoare pe linii, redă sub o formă concentrată în tabele și grafice metodele de calcul folosite în aceste cazuri.

Această prezentare este deosebit de utilă pentru ingineri.

În acest capitol ar fi trebuit să se prezinte și materialul bogat strîns de Potujnîi și Fertic în problema amortizării undelor pe linii în cadrul lucrărilor executate la Institutul Politehnic din Harcov.

În capitolul supratensiuni interne nu a putut fi luată în considerare contribuția inginerului romîn P. Dimo, întrucît lucrarea acestuia a apărut ulterior.

Este regretabil că autorul a folosit în mică măsură documentația sovietică, cu toate că este cunoscută contribuția mare pe care o au oamenii de știință sovietici în această direcție.

Din punct de vedere al cititorului, cartea are darul de a da o idee clară asupra fenomenului fizic, indicații asupra valorilor cantitative, metode de calcul folosite uzual, precum și un număr foarte mare de oscilograme.

Spre deosebire de alte tratate, cum sînt în special cartea lui I. A. Dolghinov, tradusă și în limba romînă, sau cartea lui M. V. Kostenko „Supratensiunile atmosferice și protecția instalațiilor de înaltă tensiune", care dau indicații concrete pentru protecția împotriva supratensiunilor atmosferice cu exemple de calcul, cartea lui Baatz adună mai degrabă experiența din diferite țări și o prezintă sistematizat pe capitole cititorului, lăsînd la aprecierea acestuia metoda de calcul sau soluția pe care o va alege în cazurile concrete pe care le întîlnește.

Cartea în ansamblul ei, prin conținutul bogat și prin expunerea clară, este bine venită și umple un gol în acest domeniu al electrotehnicii.

Ediția ireproșabilă face plăcută citirea cărții.

Dănilă Mare

TH. REIS : Energia nucleară în lume. Edit. Dunod. Paris (1957), 296 pag., 43 fig., 78 tabele, 320 referințe bibliografice.

621.311.25

Lucrarea își propune să analizeze situația dezvoltării programelor de energetică nucleară în diferite țări și să redea evoluția rapidă a utilizării acestei noi surse de energie în lume.

În prima parte a lucrării, după ce se precizează terminologia energetică adoptată și factorii de conversiune respectivi,

se redă situaţia energetică mondială din anul 1952 potrivit documentelor prezentate la Conferinţa Mondială a Energiei Atomice de la Geneva din 1955. Deşi situaţia energetică nu este aceea reală, datele asupra cererilor de energie primară ale ţărilor de democraţie populară şi U.R.S.S. fiind considerate, în general, mai mici, totuşi întocmirea unei balanţe energetice mondiale are o mare valoare tehnică indicînd ordinul de mărime al energiilor cerute, distribuţia lor geografică pe continente şi ţări, randamentul utilizării energiilor produse şi al pierderilor de energie şi împărţirea lor pe ramurile principale de consum.

Se studiază apoi pe plan mondial evoluţia cererilor de energie primară din ultimul secol şi ponderea ce revine anual celor mai importante surse de energie. Se analizează modificările principale ale coeficientului mediu de creştere anuală a cererii de energie, cauzate fie de războaie sau de crizele economice, fie de perioadele de industrializare mai accentuată dintre acestea. Pornind de la stabilirea unor coeficienţi medii de creştere a necesităţilor de energie pe ramurile principale de consum, industrie, transport, agricultură şi utilizări casnice şi ţinînd seama de tendinţele de dezvoltare ale acestor consumatori atît în prezent cît şi în următorii ani, se stabilesc cererile probabile de energie primară pe o perioadă viitoare de 50 ani. Valorile obţinute se încearcă a se verifica şi pe baza creşterii consumului specific de energie primară pe cap de locuitor şi a creşterii populaţiei globului. Deşi verificarea porneşte de la alte premize decît acelea care au fost mai înainte stabilite, se ajunge la aceleaşi valori ale cererilor mondiale de energie pentru anul 2 000.

În capitolul următor se estimează mărimea surselor energetice pentru diferite izvoare de energie, luîndu-se în considerare uraniul şi thoriul. Se menţionează variaţiile importante ale acestor cifre la care ajung mulţi autori cît şi posibilităţile viitoare în legătură cu descoperirile a noi zăcăminte de combustibili. În încheiere se redă într-o tabelă pe de o parte rezervele mondiale de energie, iar pe de altă parte energiile utile apreciate pentru cîţiva ani, caracteristici pînă în anul 2 050, deşi ar fi trebuit ca acestea să fie majorate şi cu pierderile de energie primară ce apar în procesul lor de transformare, valori care ar reprezenta consumurile reale de energie din stocul resurselor totale de energie.

În continuare se studiază situaţia energetică a celor 17 ţări din Europa Occidentală care fac parte din Organizaţia Internaţională O.E.C.E., menţionîndu-se pentru fiecare din ele rolul ce revine energiei nucleare în energetica fiecărei ţări. De asemenea se studiază în mod special programele energetice din Franţa şi din coloniile franceze din Africa.

Partea a doua a lucrării cuprinde istoricul şi descrierea detaliată a realizărilor şi programelor de construcţii nuclearo-energetice din 40 de ţări, redîndu-se atît sursele de materii prime necesare, modul de organizare al desfăşurării activităţii în acest domeniu cît şi diagramele de energie primare din care reiese rolul ce revine în viitor energiei nucleare. Se analizează activitatea depusă în acest domeniu, atît de ţările cu potenţialul tehnic cel mai ridicat, ca: U.R.S.S., S.U.A., Anglia, Franţa, Canada, cît şi activitatea ţărilor de democraţie populară. Această parte a lucrării se încheie cu menţionarea organizaţiilor internaţionale atît din gruparea ţărilor socialiste, cît şi din aceea a ţărilor capitaliste, care depun o activitate în energetica nucleară, descriind realizările şi instalaţiile de care dispun.

Partea a treia a lucrării cuprinde concluziile ce rezultă din primele părţi tratate subliniind caracteristicile situaţiei energetice existente şi a evoluţiei ei în următorii ani, cît şi măsurile care se iau pe plan internaţional european şi în Franţa. Urmează apoi o comparaţie între tipurile de reactoare de putere, analizîndu-se condiţiile care au determinat unele ţări să prefere dezvoltarea în special a unor anumite tipuri de reactoare.

Ultima parte a lucrării cuprinde un număr de peste 300 referinţe citate în text.

Lucrarea este foarte documentată, cuprinzînd un număr mare de date de actualitate (pînă în aprilie 1957), bazîndu-se numai pe declaraţiile oficiale ale guvernelor statelor sau ale personalităţilor cu autoritate deosebită în acest domeniu. Cartea reuşeşte să dea o imagine aproape completă a eforturilor depuse în energetica nucleară în epoca actuală şi face să se întrezărească, în condiţiile actuale, care va fi rolul energiei nucleare în următorii ani, în lume, dacă între timp tehnica nu va fi revoluţionată prin crearea altor procedee industriale mai importante.

Lucrarea reprezintă un ajutor preţios al energeticienilor, economiştilor şi poate fi consultată cu interes, în general, de toate cadrele tehnice.

Paul Raşeu

СОДЕРЖАНИЕ

I. Heresou: **14 лет со дня освобождения страны.** Стр. 341

M. Rosenberg: **Некоторые вопросы производства и потребления энергии в Европе. Часть I. Производство первичной энергии.**

Анализируются некоторые вопросы производства и потребления первичной энергии в Европе, а также энергетический баланс за период 1948—1956 гг. и их предполагаемое развитие в Европе в течение последующих 20 лет. Первая часть статьи охватывает различные вопросы первичного производства энергии, как например, динамику, состав, удельный объем производства и т. д. в целом по Европе, а также в различных странах за вышеуказанный период.

Energetica, VI, (1958), nr. 8, стр. 349

C. Guțu: **К вопросу регулировки напряжения и скорости синхронных генераторов малой мощности.**

Рассматриваются возможности улучшения работы маломощных синхроных генераторов. Отмечается необходимость решительного перехода к оснащению небольших электрогенераторных установок регуляторами напряжения, в основу которых положена закономерность компаундирования, а также указываются их технико-экономические преимущества. На основе опытных результатов подчеркивается значение регуляторов скорости в производстве и эксплуатации.

Energetica, VI, (1858), nr. 8, стр. 355

N. Borza: **Расчет портальных опор для воздушных линий на 110 кв, с учетом сопротивления защитных проводов.**

Портальные опоры для линии на 110 кв, изготовленные из центрифугированного железобетона, расчитываются на аварийный режим при применении известного метода расчета, не учитывающего благоприятный эффект защитных проводов.

В статье дается метод расчета опор, учитывающий эффект эластичной опоры этих проводов, причем на численном примере доказывается, что опоры не должны быть расчитаны для аварийного, а лишь для нормального эксплуатационного режима.

Energetica, VI, (1958), nr. 8, стр. 360

P. Stegăroiu: **Использование энергии приливов и отливов.**

Представляется ряд новых вопросов использования энергии приливов и отливов на гидроэлектростанциях. Усовершенствование электромеханического оборудования дает возможность использования агрегатов в качестве турбины или насоса, в обоих направлениях прилива и отлива. Это приводит к качественному улучшению и количественному увеличению производимой энергии, открывая таким образом новые перспективы для развития гидроэлектростанций, использующих энергию приливов и отливов.

Energetica, VI, (1958), nr. 8, стр. 369

ДИСКУССИИ

S. Marcu: **Ряд замечаний в связи с возможностью упрощения релейной защиты.** стр. 373

Gh. Broșteanu: **В связи со статьей С. Марку: „Ряд замечаний в связи с возможностью упрощений релейной защиты".** стр. 374

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА стр. 376

ИЗ ДЕЯТЕЛЬНОСТИ АСИТ стр. 379

ДОКУМЕНТАЦИЯ стр. 381

РЕЦЕНЗИИ стр. 386

INHALTSVERZEICHNIS

I. Heresou: **Zum 14. Jahrestag der Befreiung unseres Landes,** S. 341

M. Rosenberg: **Betrachtungen über Energieerzeugung und -verbrauch in Europa. Erster Teil: Rohenergieerzeugung.**

Rohenergieerzeugung und -verbrauch Europas werden von verschiedenen Gesichtspunkten auf Grund der Energiebilanz der Jahre 1948—1956 und deren voraussichtlichen Entwicklung in den nächsten 20 Jahren einer Betrachtung unterzogen. Der erste Teil befasst sich mit der Dynamik, dem Aufbau und den spezifischen Erzeugungskennzahlen der Rohenergieerzeugung in den einzelnen Ländern Europas.

Energetica, VI, (1958) H. 8, S. 349

C. Guțu: **Spannungs- und Drehzahlregelung von Synchrongeneratoren kleiner Leistung.**

Es werden die bestehenden Möglichkeiten untersucht, die Betriebsergebnisse von Synchrongeneratoren kleiner Leistung zu verbessern. Es wird auf die Notwendigkeit hingewiesen, kleine Stromerzeuger im allgemeinen mit Verbund-Drehzahlreglern auszustatten, deren technischen und wirtschaftlichen Vorteile veranschaulicht werden. Auf Grund von Versuchsergebnissen wird die Bedeutung der fabrikationstechnischen Eigenschaften und des Betriebs der Drehzahlregler hervorgehoben.

Energetica, VI, (1958), H. 8, S. 355

N. Borza: **Berechnung der Portalmaste von 110-kV-Freileitungen unter Berücksichtigung der Erdseilfestigkeit.**

Die für 110 kV-Freileitungen verwendeten Stahlbeton-Portalmaste sind gemeinhin für die Bruchbeanspruchung nach der allgemeinen Berechnungsmethode, ohne Berücksichtigung der günstigen Wirkung der Erdseile bemessen. Der Verfasser schlägt eine Berechnungsmethode vor, welche die elastische Stützwirkung der Erdseile mit in Betracht zieht. Am hand eines Rechnungsbeispiels wird nachgewiesen, dass die Bemessung der Portalmaste für die normale Windbeanspruchung ausreichend und die Rücksichtnahme auf die Leiterbruchbeanspruchung nicht erforderlich ist.

Energetica, VI, (1958), H. 8, S. 360

P. Stegăroiu: **Nutzbarmachung der Gezeitenenergie.**

Der Aufsatz behandelt die bei der Verwendung der Gezeitenenergie in Wasserkraftwerken gemachten Fortschritte. Die bisher erzielten Verbesserungen der Maschinenausrüstung ermöglichen den Betrieb der Aggregate sowohl als Turbinen als auch als Pumpen in beiden Richtungen der Gezeitenwasser. Dies bringt eine qualitative Verbesserung und eine mengenmässige Vergrösserung der erzeugten Energie mit sich, wodurch sich für Gezeitenkraftwerke neue Aussichten ergeben.

Energetica, VI, (1958), H. 8, S. 369

DISKUSSIONSBEITRAGE

S. Marcu: **Möglichkeiten der Vereinfachung des Relaisschutzes.** S. 373

Gh. Broșteanu: **Bemerkungen zu den Vorschlägen von Ing. S. Marcu über die Vereinfachung des Relaisschutzes.**

Energetica, VI, (1958), H. 8, S. 374

ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND S. 376

ASIT — BERICHTE S. 379

DOKUMENTATION S. 381

REZENSIONEN S. 386

SOMMAIRE

I. Herescu: **La quatorzième anniversaire de l'éliberation de notre patrie,** p. 341

M. Rosenberg : **La production et la consommation d'énergie en Europe. I-ère Partie : La production d'énergie primaire.**

L'auteur analyse la production et la consommation d'énergie primaire en Europe ainsi que la balance énergétique pour la période 1948—1956 et son évolution probable dans les futures 20 années. La pemière partie contient différents aspects de la production d'énergie primaire — dynamique, structure, productions spécifiques etc. entre 1948 et 1956 par pays et pour toute l'Europe.

Energetica, VI, (1958), No. 8 p. 349

C. Guțu : **Considérations sur le réglage de la tension et de la vitesse des générateurs synchrones de faible puissance.**

L'auteur analyse les possibilités d'amélioration du fonctionnement des générateurs synchrones de faible puissance. Ensuite, il démontre la nécessité d'équiper les petits groupes électrogènes avec des régulateurs de tension, à base du principe de compoundage, ainsi que les avantages techniques et économiques qui en résultent. A la suite des expériences éxecutées, l'auteur souligne l'importance qu'il faut accorder à la fabrication et à l'exploitation des régulateurs de vitesse.

Energetica, VI, (1958), No. 8 p. 355

N. Borza : **Le calcul des supports-portal des lignes électriques aériennes de 110 kV, considérant la résistance des conducteurs de protection.**

Les supports - portal en béton armé centrifugé utilisés pour les lignes de 110 kV sont calculés pour le régime d'avarie, en appliquant la méthode normale de calcul qui ne tient pas compte de l'effet favorable des conducteurs de protection. Dans le présent article on expose une méthode de calcul qui considère l'effet d'appui élastique de ces conducteurs et après un calcul numérique, on démontre qu'il suffit de calculer ces supports pour une sollicitation normale par le vent, le calcul pour un régime d'avarie des conducteurs n'étant pas nécessaire.

Energetica, VI, (1958), No. 8 p. 360

P. Stegăroiu : **L'utilisation de l'énergie des marées.**

Les nouveaux aspects présentés par l'utilisation de l'énergie des marées dans les centrales hydro-électriques, sont considérés dans cet article. Le perfectionnement des équipements hydromécaniques permet le fonctionnement à pompe dans les deux sens des marées. Ceci conduit a une amélioration de la qualité et a une augmentation de la quantité d'énergie, ouvrant ainsi de nouvelles perspectives au développement des centrales marée-motrices.

Energetica, VI, (1958), No. 8 p. 369

DISCUSSIONS

S. Marcu : **Remarques sur les possibilités de simplifier la protection par relais.** p. 373

Gh. Broșteanu : **A propos des schèmes simplifiés de protection par relais proposées par l'ing. S. Marcu.**

Energetica, VI, (1958). No. 8, p. 374

L'ENERGIE ELECTRIQUE A L'ETRANGER p. 376

L'ACTIVITE A.S.I.T. p. 379

DOCUMENTATION p. 381

RECENSIONS p. 386

CONTENTS

I. Herescu: **The 14—th aniversary of the delivery of our country,** p. 341

M. Rosenberg : **Primary energy production and consumption in Europe. First part : Production of primary energy.**

The autour analyses the production and consumption of primary energy in Europe, giving also the energy balance scheet between 1948—1956 and its probable evolution in the next 20 years. Part I describes different aspects of primary energy production in Europe — dynamics, structure, specific productions etc. in each country between 1948—1956.

Energetica, VI, (1958) No. 8 p. 349

C. Guțu : **Considerations on voltage adjustement and speed regulation of low rated synchronous generators.**

At first, the possibilities of improving low rated synchronous generators are analysed. Then, author shows the necessity of equipying these small generating sets with voltage regulators, based on the compounding principle. The resulting technical and economical advantages are shown. Based upon the results of carried out experiments, the author underlines the importance to be given when manufacturing and operating speed governors.

Energetica, VI, (1958), No. 8 p. 355

N. Borza : **Computation of portal-masts for 110 kV lines, taking into account the resistance of ground wires.**

Portal-masts of reinforced centrifugated concrete used for 110 kV lines are sized for working in conditions of failure by applying the usual computation method, which neglects the favorable effects of ground wires. In the present paper, the author presents a method which takes into account the elastic support effect of these ground wires and, after a numerical calculation, he shows that these masts should be sized for a normal solicitation by the wind, the computation for conditions of failure in the busses not being necessary.

Energetica, VI, (1958), No. 8 p. 360

P. Stegăroiu : **Utilisation of tidal power.**

Some new aspects about the utilisation of tidal power in hydroelectric power stations are shown. The hydromechanical equipment now available allows their operation as turbines or pumps, in both directions of the tide. This improves the quality and increases the quantity of power and opens new prospects in tidal power stations development.

Energetica, VI, (1958), No. 8 p. 369

DISCUSSIONS

S. Marcu : **Observations on the possibility of simplifying the protection by relay.** p. 373

Gh. Broșteanu : **With reference to S. Marcu's proposal on simplification of the relay protection.**

Energetica, VI, (1958), No. 8, p. 374

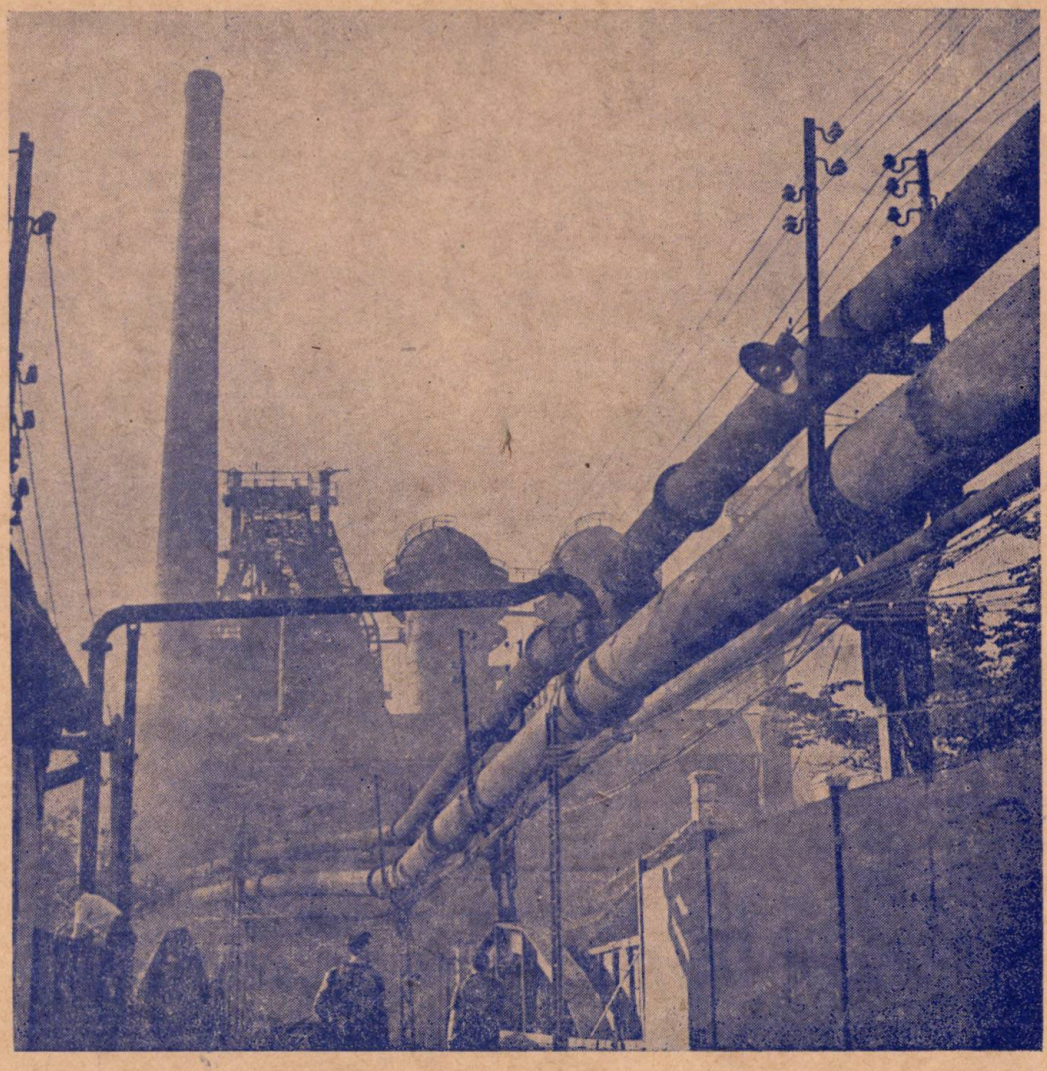
ELECTRIC ENERGY ABROAD p. 376

ASIT ACTIVITY p. 379

DOCUMENTATION p. 381

BOOK REVIEW p. 386

MŰSZAKI KÖNYVTÁR OSZAGOS 1883



Vedere din Combinatul Metalurgic Reşiţa

LEI 5

E 2039

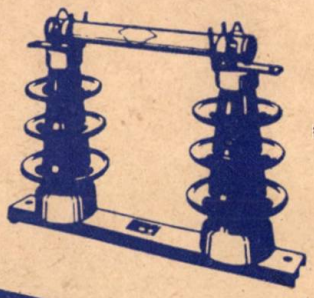
ENERGETICA

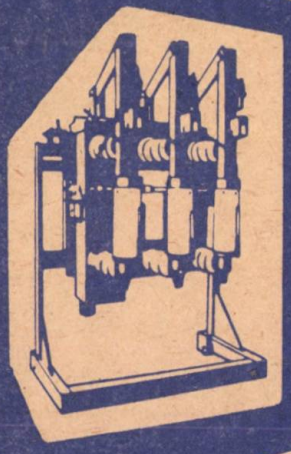
9

1958

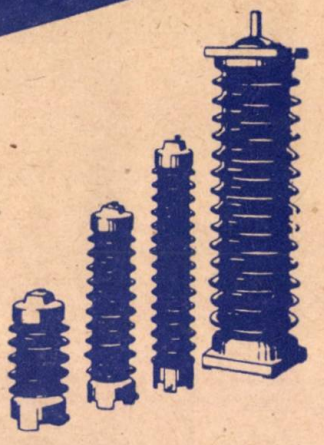
Aparate de înaltă tensiune

Intreruptoare de înaltă tensiune, diferite modele de tensiuni, mare putere de rupere

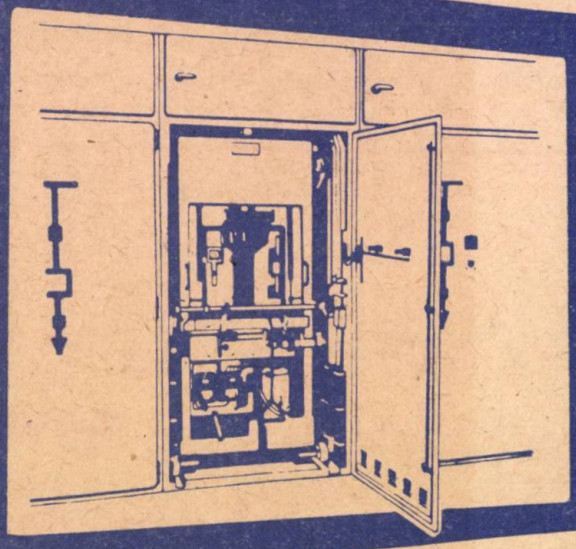




Fuzibile de mare capacitate de rupere și înaltă tensiune



Descărcătoare
Diferite tipuri de transformatoare de curent și tensiune



Instalații, pretabricate cu aparataj de întrerupere livrate la cerere

Modele moderne, volum redus, manevrare simplă, securitate în serviciu

EXPORTATOR:

TRANSELEKTRO

SOCIETATE UNGARA DE COMERT
CU ARTICOLE ELECTRICE
BUDAPESTA 62. B.P 377
Telegrame: TRANSELEKTRO, Budapesta

E 2039

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 9 SEPTEMBRIE 1958

SUMAR

* * *: Frédéric Joliot-Curie 389

* * *: Cea de a doua conferinţă internaţională pentru folosirea energiei atomice în scopuri paşnice. . 391

I. D. Stăncescu, A. Mişu şi Gh. Colţ: Stadiul actual şi tendinţe de dezvoltare a termoficării urbane în Europa 394

M. Rosenberg: Unele aspecte ale producţiei şi consumului de energie primară în Europa. II. Consumul de energie primară şi balanţa energetică europeană 405

E. Pololea: Criteriile practice ale stabilităţii statice . 410

D. Fränkel: Contor de pierderi. 416

G. Drăgan: Perspectivele utilizării în U.R.S.S. a curentului continuu pentru transportul energiei electrice la mare distanţă 420

DIN EXPERIENŢA ÎNTREPRINDERILOR

L. Vaisman: Stabilizarea tensiunii la releele de frecvenţă 422

ENERGETICA PESTE HOTARE 424

DOCUMENTARE 428

CRONICA 434

RECENZII 436

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 9
SEPTEMBRIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Institut. de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
OBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CMEHA

Frédéric Joliot-Curie

Joi 14 august 1958, întreaga omenire a luat cunoștință cu durere profundă de moartea prematură — la vîrsta de 58 ani — a marelui savant francez Frédéric Joliot-Curie.

Prim laureat al Premiului Internațional pentru Pace „Lenin", președinte al Consiliului Mondial al Păcii, laureat al premiului Nobel, membru al Comitetului Central al Partidului Comunist Francez, Frédéric Joliot-Curie a fost unul din cei mai mari savanți ai timpului nostru, care a știut să îmbine în mod armonios știința sa remarcabilă cu o activitate neobosită desfășurată în scopul făuririi progresului social, pentru asigurarea păcii în lume, pentru dezarmare și colaborare între toate popoarele lumii.

Frédéric Joliot-Curie s-a născut la Paris, la 19 martie 1900. După terminarea studiilor liceale, obține titlul de inginer al Școlii de fizică și chimie din Paris și de doctor în științe. An după an, deține funcții din ce în ce mai importante — mărturie a neobositei sale activități științifice — desfășurînd totodată o susținută activitate pe tărîm social.

Astfel, în 1925 Frédéric Joliot-Curie este asistentul Mariei Sklodowska-Curie, savantă care alături de soțul ei Pierre-Curie, a pus bazele fizicii nucleare prin descoperirea în 1898 a primei substanțe radioactive — poloniul, iar în 1899 a radiului. In 1926, se căsătorește cu Irène-Curie care lucra deopotrivă în laboratorul Institutului de radiochimie al ilustrei sale mame Marie-Curie.

Incepînd din anul 1928, Frédéric și Irène Joliot-Curie atacă problema reacțiilor nucleare, reușind ca în anul 1931, după o îndelungată și grea experiență, să pună bazele experimentale ale descoperirii neutronului, sezisat cu un an mai tîrziu de englezul Chadwick.

In acest fel întreaga dezvoltare ulterioară a fizicii nucleare este determinată — datorită acestei descoperiri — prin definitivarea problemei structurii nucleului atomic.

Frédéric și Irène Joliot-Curie demonstrează de asemenea teza că, în anumite condiții, cuantele de lumină pot da naștere la perechi de electroni pozitivi sau că particulele elementare pot să interacționeze transformîndu-se în cuante de energie.

Un an mai tîrziu — în 1932 — este numit asistent la Facultatea de Științe a Institutului de Radiu.

În anul 1934, prin bombardarea aluminiului cu neutroni, Frédéric și Irène Joliot-Curie obțin aluminiul radioactiv, punînd bazele unui nou domeniu științific prin descoperirea epocală fără precedent a radioactivității artificiale, ducînd astfel mai departe cercetările savanților Henri Bequerel și Pierre și Marie-Curie, care revelaseră radioactivitatea în stare naturală prin studiul compușilor uraniului.

Prin descoperirea radioactivității artificiale s-au putut obține transuranienele — elemente noi mai grele decît uraniul — iar fizica transmutațiilor s-a îmbogățit cu metodele analitice ale chimiei, ca de exemplu în cazul uraniului care bombardat cu neutroni trece la început într-un izotop greu al uraniului, apoi în elementul neptuniu și ajunge prin dezintegrare pînă la elementul transuranian plutoniu ; această descoperire a fost determinantă pentru rezolvarea problemei combustibilului reactoarelor nucleare.

În anul 1935 Frédéric Joliot-Curie este numit conferențiar la Facultatea de Științe din Paris și, împreună cu soția sa, primește înalta prețuire și distincție a Premiului Nobel pentru chimie, iar în semn de omagiu s-a acordat elementului

transuranian din căsuța 96 a sistemului periodic al lui Mendeleev numele de „Curium".

În anul 1936, Frédéric Joliot-Curie, omul de știință și umanistul, luptătorul pentru bunăstarea materială și morală a oamenilor de pretutindeni, devine membru al „Ligii drepturilor omului", iar în anul 1937 este numit profesor la Colegiul Franței și director al Laboratorului de sinteză atomică al Centrului Național de Cercetări Științifice.

În anul 1939, Frédéric Joliot-Curie, împreună cu colaboratorii săi Halban și Kovarski, reia ipoteza formulată de el în 1934 a rupturii nucleului radioactiv, care, fragmentat, va suferi o pierdere de masă și va elibera energie, descoperind și stabilind principiul de bază al reactoarelor nucleare.

Aderînd la Partidul Comunist Francez, în anul 1942, — apartenență care este făcută cunoscută cu doi ani mai tîrziu — Frédéric Joliot-Curie intră cu hotărîre în mișcarea de rezistență, aducînd un aport esențial și plin de abnegație luptei împotriva dușmanilor ocupanți. Astfel, el este acela care, disprețuind orice pericol, în condiții din cele mai grele și periculoase, organizează producția armelor de luptă de toate felurile și aprovizionarea luptătorilor din rezistență, neprecupețindu-și eforturile, pînă la eliberarea totală a Parisului. Tot Joliot-Curie este cel care a zădărnicit încercarea germanilor de a pune stăpînire pe stocul norvegian de apă grea și pe cel depozitat la Colegiul Franței — în subsol — care este transferat la Londra și apoi în Canada, făcînd astfel posibilă crearea primei pile atomice de către aliați.

După eliberarea Franței, Frédéric Joliot-Curie conduce în 1945 Centrul Național de Cercetări Științifice (CNRS), iar în 1946 este numit înalt comisar pentru energia atomică.

La 15 decembrie 1948 dăruiește Franței prima pilă atomică de la Chatillon, numită „ZOE" (energie zero cu oxid de uraniu și apă grea) care necesită 5 t de apă grea și 3 t de uraniu.

Totodată, Joliot-Curie elaborează un plan de construire de centrale atomoelectrice în vederea lărgirii bazelor energetice ale țării sale.

Ca președinte al Consiliului Mondial al Păcii semnează primul la 19 martie 1950 Apelul de la Stockholm.

Dușman hotărît al războiului, el este distins în 1951 cu Premiul internațional pentru pace „Lenin".

La 21 octombrie 1954, cu prilejul sărbătoririi celei de-a 20-a aniversări a descoperirii radioactivității artificiale, Academia de Științe întrunită în ședință solemnă la Sorbona distinge pe Frédéric și Irène Joliot-Curie cu Medalia de aur a lui Lavoisier — una din cele mai înalte distincții științifice franceze.

Neobosita activitate în slujba apărării păcii a lui Frédéric Joliot-Curie atrage represaliile guvernului francez, care în mai 1950 îl revocă din funcția de înalt comisar pentru energia atomică.

Declarîndu-și voința fermă de a pune știința sa numai în slujba păcii, Frédéric Joliot-Curie a luptat cu înfocare împotriva primejdiei unui nou război, fiind printre primii care a lansat un strigăt de alarmă împotriva pericolelor exploziilor experimentale nucleare și războiului atomic, demonstrînd posibilitățile nelimitate de distrugere a armelor atomice și termonucleare.

Frédéric Joliot-Curie a arătat deopotrivă oamenilor de știință de pretutindeni obligația morală și răspunderea imensă ce le revine de a se împotrivi din răsputeri ca descoperirile științifice să slujească scopurilor războiului.

Luptător neobosit pentru nobila cauză a păcii, Frédéric Joliot-Curie — savantul și activistul pe tărîm social — a fost întotdeauna convins de puterea imensă și rolul determinant pe care opinia publică mondială îl are în statornicirea păcii în lume, pentru colaborare internațională și dezarmare.

Cea de a doua conferinţă internaţională pentru folosirea energiei atomice în scopuri paşnice

Prima Conferinţă Internaţională pentru utilizarea energiei atomice în scopuri paşnice care s-a ţinut la Geneva sub auspiciile Organizaţiei Naţiunilor Unite în vara anului 1955 s-a bucurat de un mare succes datorită faptului că pentru prima dată în istorie oamenii de ştiinţă şi tehnicienii din diferite ţări ale lumii au dezbătut împreună aspectele cele mai importante ale cercetărilor şi realizărilor lor. Deasemeni desfiinţarea secretului şi prezentarea în faţa conferinţei a unui important număr de subiecte a contribuit în mod evident la succesul acesteia şi în această privinţă tonul a fost dat de Uniunea Republicilor Socialiste Sovietice, ale cărei realizări de ţară înaintaşe şi în acest domeniu au fost expuse constituind astfel un valoros aport la tezaurul ştiinţei mondiale.

Iată deci oamenii de ştiinţă şi tehnicienii din lumea întreagă au aşteptat cu nerăbdare deschiderea celei de a doua conferinţe care se ţine acum la Geneva începînd de la 1 septembrie 1958.

Conferinţa se defăşoară în şedinţe plenare şi în paralel în şedinţe tehnice pe secţii.

În şedinţele plenare se desbat probleme de importanţă esenţială pentru progresul tehnic al omenirii, ca:

— Producţia viitoare de energie electrică pe bază nucleară, în care diferitele ţări prezintă planurile lor de dezvoltare în acest doneniu al energeticei.

— Cunoştinţe dobîndite în domeniul funcţionării centralelor atomoelectrice, în care se aduc la cunoştinţă experienţa de exploatare şi indicii tehnico-economici realizaţi în centralele atomoelectrice în funcţiune.

— Proiecte de realizare a unor noi centrale atomoelectrice în curs de construcţie.

— Utilizarea energiei atomice în alte scopuri energetice decît producerea de energie electrică, cum sînt: propulsia navelor, producerea de căldură, etc.

— Progrese realizate în folosirea izotopilor radioactivi.

— Experienţa practică în domeniul igienei şi securităţii în instalaţiile de cercetare şi folosire a energiei atomice. În cadrul acestor şedinţe se discută rezultatele obţinute pînă în prezent, în timpul funcţionării instalaţiilor, în probleme de sănătate şi tehnica securităţii personalului care le deservesc.

— Descoperiri recente în fizica particulelor elementare. Conferinţa ia cunoştinţă de cele mai noi descoperiri prin rapoarte întocmite pe bază de invitaţii.

— Posibilitatea realizării de reactori cu fuziune controlată. În şedinţa plenară se desbat liniile directoare pe care se dezvoltă folosirea paşnică a energiei termonucleare, iar aspectele ştiinţifice şi tehnice se desbat în şedinţe tehnice paralele.

— Dezvoltarea colaborării internaţionale în domeniule nergiei atomice în cursul ultimilor ani.

— Recrutarea şi formarea cadrelor tehnice.

Şedinţele tehnice paralele se desfăşoară în 4 secţii şi anume:

Secţia 1 dezbate aplicaţiile fundamentale ale chimiei în domeniul energiei atomice, proprietăţile materialelor utilizate în construcţia reactoarelor, tratarea cartuşelor active iradiate şi a deşeurilor radioactive.

Secţia 2 tratează problemele privind fuziunea şi fisiunea nucleară, fizica particulelor elementare şi constantele nucleare, teoria şi calculul reactorilor, ciclurile de combustiune şi economia energetică nucleară, prototipurile de generatoare nucleare şi reactoare experimentale, de cercetări şi încercări.

Secţia 3 discută problemele legate de dozimetrie şi norme internaţionale, utilizări ale izotopilor radioactivi în medicină, biochimie, fiziologie, tehnologie industrială şi agricultură; efectele biologice ale radiaţiilor şi protecţia contra acestora, repercursiunile utilizării generalizate a energiei atomice în domeniile metrologiei şi oceanografiei.

Secţia 4 dezbate probleme metalurgice şi anume: resurse de materii prime, prepararea minereurilor, extracţia şi purificarea uraniului şi thoriului, metode de separarea izotopilor, precum şi prepararea altor materii prime necesare în industria energiei atomice cum sînt: grafitul, zirconiul, beriliul şi altele care trebuie produse în mari cantităţi şi în stare foarte pură.

Şi la această a doua Conferinţă mondială pentru folosirea în scopuri paşnice a energiei atomice Uniunea Republicilor Socialiste Sovietici aduce un aport de mare importanţă pentru dezvoltarea tehnicii obţinerii şi folosirii energiei conţinute în atomul material.

În ultimul timp, odată cu ţinerea celei de a doua Conferinţe mondiale de la Geneva, ştirile despre realizările sovietice în domeniul reacţiilor termonucleare controlate şi despre punerea în funcţiune a primului grup turbogenerator de energie electrică de 100 000 kW din noua centrală

atomoelectrică de 600 000 kW au atras din nou atenția și admirația atît a oamenilor de știință și tehnicienilor, cît și a maselor largi ale oamenilor muncii din toată lumea, pentru tehnica sovietică care îndeplinește un rol de avantgardă și în acest domeniu al activității omenești.

Meritului Uniunii Sovietice de a fi construit prima centrală de acest fel i se adaugă acum acela de a fi construit pe cea mai puternică.

Această a doua centrală electrică atomică a Uniunii Sovietice face parte dintr-o serie de asemenea centrale care se construiesc sau care vor fi construite în viitorul apropiat.

În raportul pe care l-a prezentat celei de a doua Conferințe internaționale pentru folosirea pașnică a energiei atomice șeful delegației sovietice, academicianul V. Emelianov, a arătat că este în curs de construcție în regiunea Voronej o centrală atomică de 420 000 kW și că una asemănătoare va fi realizată în regiunea Leningrad, că centrala atomică de 400 000 kW în construcție în Ural se va caracteriza prin unele particularități noi tehnice și că în regiunea Volgăi se instalează reactori experimentali de diferite tipuri, destinați a fi folosiți pentru încercări în condiții de exploatare industrială.

Într-un moment în care apropierea Congresului al XXI-lea al P.C.U.S. face ca interesul opiniei publice din întreaga lume să se fixeze cu o deosebită atenție asupra dezvoltării industriei și economiei sovietice în anii următori și asupra cifrelor impresionante care îi servesc ca bază, avîntul luat în cercetările teoretice și practice în domeniul folosirii pașnice a energiei atomice capătă o semnificație deosebită.

Pînă în 1956 se știa că s-au realizat dispozitive care conduc la reacții termonucleare cu efect exploziv și distrugător imens (bombele cu hidrogen), dar nu se știa nimic despre încercările de a controla reacția termonucleară în scopul de a obține energie pentru scopuri pașnice. În acel an Uniunea Sovietică a dezvăluit prima secretul uneia din direcțiile de lucru în acest domeniu. Ne reamintim senzația produsă de comunicarea făcută în acest sens de eminentul fizician sovietic I. V. Kurceatov, membru al Academiei de Stiințe a U.R.S.S.

De aceea oamenii din toată lumea au așteptat cu mare interes contribuția deosebită a oamenilor de știință sovietici în aceste probleme noi de fizică și energetică nucleară la Conferința mondială pentru folosirea pașnică a energiei atomice. Într-adevăr comunicarea prof. Vasili Emelianov, șeful delegației sovietice, cît și raportul acad. L. A. Artimovici au adus precizări de-adreptul senzaționale asupra progresului făcut de cercetătorii sovietici în domeniul reacțiilor controlate. Informații bogate, care arată amploarea luată de aceste cercetări în U.R.S.S. sînt date și în articolul publicat de acad. I. V. Kurceatov în numărul din august al revistei „Atomnaia energhia".

Instalațiile și metodele de lucru realizate în acest domeniu în U.R.S.S. depășesc cu mult, prin mărimea și diversitatea lor, pe cele realizate în alte țări. Dovadă e instalația „OGRA" a Institutului de energie atomică al Academiei de Științe a U.R.S.S., construită sub conducerea prof. I. N. Golovin, pe baza unor principii noi, care permit să se realizeze capcane adiabatice (care izolează plasma din tubul de descărcare) cu un sistem de dopuri magnetice care dau o protecție completă pereților vasului în care se produc descărcările electrice sub tensiuni de milioane de volți. Lungimea acestuia, cu dispozitivele auxiliare, este de ordinul zecilor de metri, singură camera de vid avînd lungimea de 12 metri între două dopuri magnetice și diametrul de aproape doi metri.

La instalația „OGRA" este aplicată și o metodă nouă pentru a obține încălzirea plasmei (gazul ionizat) la temperaturi peste cele obținute pînă în prezent. Această metodă constă în injectarea în capcana adiabatică a unor ioni accelerați în prealabil. Instalația este complexă și a fost realizată prin colaborarea mai multor instituții și fabrici sovietice. Ca să apreciem avansul pe care-l are U.R.S.S. în această problemă este suficient să spunem că în S.U.A este prevăzută abia pentru anul 1960 realizarea unei instalații de tip „cuvă magnetică".

Din lucrările prezentate de delegația sovietică la cea de a doua Conferință mondială pentru folosirea pașnică a energiei atomice se constată că printre cercetările efectuate în ultimul timp în cadrul Institutului de Energie atomică al Academiei de Științe a Uniunii Sovietice se enumeră importante lucrări privind realizarea de reacții termonucleare, adică obținerea prin procese de fisiune în condiții controlate, de elemente mai grele din elemente mai ușoare lucrări de o importanță științifică universală în folosirea pe căi noi a energiei conținute în materie.

Încă din anul 1950 acad. Andrei Saharov indicase o cale pentru obținerea heliului prin fisiunea nucleelor de hidrogen, prin izolarea termică a plasmei cu ajutorul unui cîmp magnetic, folosindu-se de proprietățile ei și de sensibilitatea plasmei la acțiunea cîmpurilor electromagnetice.

Academicienii L. Arțimovici și M. Leontovici, laureați ai Premiului Lenin pe anul 1958, au adus noi contribuții în acest domeniu, realizînd în plasmă temperatura de un milion de grade prin traversarea acesteia cu un curent electric sub tensiunea de un milion Volți.

Prin realizarea acestei temperaturi în laborator s-au putut studia noi proprietăți ale plasmei — cea de a patra stare de agregare a materiei și de altfel cea mai răspîndită în univers — descoperindu-se noi caracteristici ale plasmei, care nu au putut fi observate cu prilejul descărcărilor electrice obișnuite în gaze. Astfel, cînd presiunea atinge un maximum în coloana de plasmă,

sînt emiși cu intensitate neutroni și raze X, neutronii neavînd în cazul acesta o origine termonucleară ca în fenomenele observate în soare.

Lucrările mai recente ale academicienilor A. D. Saharov și I. E. Tamm, privind izolarea plasmei fierbinți, au făcut posibil acest lucru, atît cu ajutorul camerelor toroidale, cît și în tuburi drepte, folosindu-se descărcări electrice sub curenți de mare intensitate.

Pentru realizarea unor reacții termonucleare staționare, un alt colectiv de savanți sovietici conduși de acad. G. I. Budker, a realizat așa-numitele dopuri magnetice, care joacă rolul unor izolatori ai plasmei. Aceste dopuri, denumite pe scurt „capcane adiabatice" permit obținerea plasmei fierbinți. Tot în același scop a fost studiată metoda de încălzire a plasmei cu ajutorul așa-numitului „piston magnetic mobil" care constă în injectarea în capcană a unor ioni accelerați în prealabil, metodă care promite să ducă la obținerea unei plasme la temperaturi de ordinul zecilor de milioane de grade. Pentru perfecționarea acestei metode de obținere a plasmei fierbinți, în cadrul Institutului de Energie atomică al Academiei de Științe a U.R.S.S a fost construită instalația „OGRA" cu cîmp magnetic constant în timp, în care se injectează ioni de hidrogen cu energii pînă la 200 000 eV.

Cercetătorii sovietici intenționează să construiască în scurt timp instalații „OGRA" de capacitate și mai mare pentru a cerceta și descoperi noi proprietăți ale materiei, în vederea folosirii lor în scopuri pașnice.

În perspectiva apropiată, după declarațiile prof. V. Emelianov făcute la cea de a doua Conferință internațională pentru folosirea energiei atomice în scopuri pașnice, va începe neîndoelnic epoca folosirii pe scară tot mai largă a energiei din sinteza nucleelor ușoare. Vor fi creați în primul rînd reactori industriali, care vor funcționa pe baza unui amestec de deuteriu și tritiu și reactori pe bază de deuteriu pur.

Un alt succes al științei și tehnicii sovietice îl constituie punerea în funcțiune a unui reactor experimental pe bază de neutroni rapizi, cu o putere de 5 000 kW. Acest reactor folosește drept combustibil nuclear plutoniul și ca agent de răcire sodiul; elva permite să se perfecționeze reactorii de acest tip, de capacități industriale. Un astfel de reactor, cu o putere de 50 000 kW, va fi construit în curînd, iar pe baza rezultatelor ce se vor obține se preconizează construirea unei centrale cu o putere de 250 000 kW ce va funcționa cu instalații folosind neutroni rapizi.

Toate aceste succese, ca și cele ale oamenilor de știință din alte țări, care deschid calea folosirii pe scară industrială în scopuri pașnice a energiei nucleare, bucură pe toți oamenii muncii din toată lumea, pentrucă prin aceste progrese se realizează pași pe drumul ridicării nivelului de trai al oamenilor și se asigură viață pașnică pentru toate popoarele.

Delegația țării noastre la această a doua Conferință internațională pentru folosirea energiei atomice în scopuri pașnice este condusă de tovarășul ing. Gh. Gaston Marin, Președintele Comitetului pentru energie nucleară din Republica Populară Romînă.

În ședința plenară din 1 sepembrie a Conferinței, tovarășul ing. Gh. Gaston Marin a vorbit despre perspectivele folosirii energiei nucleare în țara noastră, arătînd că studiile preliminare tehnico-economice întocmite pînă la ora actuală pentru perioada 1961 — 1975 conduc la concluzia că începînd aproximativ din anul 1970 energia nucleară va putea fi cuprinsă în bilanțul energetic al Republicii Populare Romîne.

Compararea cu indicii economici ai centralelor clasice arată că, în condițiile economiei noastre, centrale nucleare au un preț de cost mult mai ridicat decît cel al centralelor termice și hidroelectrice și nu vor putea să se apropie decît după anul 1970 de prețul de cost specific al centralelor termoelectrice funcționînd pe cărbuni. Cheltuielile specifice de investiții ale centralelor atomoelectrice se vor situa probabil, chiar în 1975, cu toate scăderile prevăzute a fi realizate în anii următori peste cheltuielile de instalare a centralelor termice, funcționînd pe combustibili clasici, chiar dacă se ține seama și de investițiile necesare în industria extractivă și peste cheltuielile de instalare a centralelor hidroelectrice de pe Dunăre. Se poate admite că partea care poate reveni în 1975 energiei nucleare în bilanțul energetic al țării va fi de ordinul 3—4% din consumul total de energie primară și de 10—15% din consumul total de energie primară necesară producerii de energie electrică, ceea ce corespunde unei puteri instalate în centrale nucleare de circa 500 Mw.

În continuare, tovarășul ing. Gh. Gaston Marin a arătat că țara noastră acordă un mare interes pentru soluțiile tehnice care vor putea fi găsite pentru folosirea energiei nucleare în scopul producerii combinate de energie electrică și de căldură.

După punerea în funcție în 1957 a primului reactor și a unui ciclotron de construcie sovietică, țara noastră face eforturi susținute pentru a pregăti specialiști în energie nucleară, pentru a dezvolta cercetările științifice fundamentale de fizică nucleară și pentru a aplica metodele de folosire a energiei nucleare, la o scară cît mai largă, în diferitele ramuri de activitate științifică și tehnică.

Cu deosebită satisfacție oamenii muncii din țara noastră salută munca și rezultatele celei de a doua Conferințe mondiale pentru folosirea în scopuri pașnice a energiei atomice, la care și țara noastră este reprezentată la înălțimea rolului pe care îl are în lagărul păcii și socialismului.

Stadiul actual şi tendinţe de dezvoltare a termoficării urbane în Europa

I. D. STĂNCESCU, A.MIŞU şi GH.COLŢ)*

In actualele ei condiţii tehnice şi economice, termoficarea urbană, departe de a fi un lux, se dovedeşte ca o direcţie principală de ameliorare a gospodăriei energetice orăşeneşti. Este interesantă din acest punct de vedere o prezentare de ansamblu a situaţiei din Europa şi a tendinţelor de dezvoltare în condiţiile specifice din diferite ţări.

1. Actualitatea şi oportunitatea termoficării urbane

A trecut peste un veac de cînd alimentarea publică cu apă potabilă a devenit prima preocupare a gospodăriei orăşeneşti. Alimentarea publică cu energie electrică, demarată la începutul acestui secol, a depăşit de mult cadrul gospodăriei urbane, dezvoltîndu-se pe plan regional şi chiar naţional.

De ce a rămas atît de în urmă alimentarea publică cu căldură? Mai ales că în unele oraşe importante reţelele de distribuţie de gaz artificial au apărut înaintea celor electrice, folosite, este drept, atunci în special pentru iluminat.

Înlocuit de electricitate pentru iluminat, gazul artificial şi-a găsit menirea în alimentarea industriilor şi locuinţelor cu un combustibil superior, prea scump însă pentru a putea fi utilizat şi la încălzirea încăperilor. Şi acest domeniu poate fi însă preluat în condiţii economice de gazele naturale care, în regiunile cu zăcăminte corespunzătoare, devin agentul combustibil ideal pentru o distribuţie urbană şi chiar regională. Sîntem totuşi numai la o alimentare publică cu combustibil, căldura mai trebuie obţinută la locul de consum în instalaţii corespunzătoare de ardere.

Alimentarea publică cu căldură, adică distribuţia căldurii printr-un agent purtător, este şi ea destul de veche, dacă ne referim la instalaţii de cartier, care încă acum 50 de ani alimentau grupuri restrînse de clădiri cu abur produs într-o sală centrală de cazane. Sub forma ei superioară, de termoficare, adică de distribuţie a unei călduri produsă combinat cu energie electrică în centrale speciale de termoficare, ea este mai recentă deşi încă suficient de veche. Primele începuturi de termoficare urbană datează din anii 1924—1928.

În timp ce termoficarea industrială, apărută ceva mai devreme, se dezvoltă pe scară generală, datorită eficacităţii economice ridicate a unui consum de căldură concentrat şi continuu în timpul anului, termoficarea urbană se dezvoltă foarte inegal. Astfel în U.R.S.S. termoficarea urbană se dezvoltă remarcabil, atît cantitativ cît şi calitativ. În celelalte ţări însă, afară de cîteva realizări sporadice mai vechi, de abia după cel de al doilea război mondial termoficarea urbană primeşte un nou impuls. Aceasta se datoreşte pe de o parte creşterii eficacităţiii economice a termoficării urbane în urma ameliorărilor ei tehnice şi îndeosebi datorită ridicării parametrilor aburului viu, pe de altă parte importanţei crescînde a economiei de combustibil în balanţele energetice din ce în ce mai încordate. În afară de acestea intervin şi cerinţele sporite în privinţa confortului individual de muncă şi de trai din marile aglomeraţiuni. În ultima direcţie se generalizează părerea că pentru a munci în condiţii normale, o temperatură corespunzătoare este la fel de necesară ca un iluminat adecvat. În ceea ce priveşte puritatea atmosferei oraşelor, diferenţa între aerul unui oraş alimentat centralizat cu căldură şi cel viciat de numeroasele coşuri ale instalaţiilor individuale de ardere, este comparată cel puţin cu diferenţa de puritate dintre apa de alimentare corespunzător filtrată a unui oraş şi apa ce s-ar obţine din puţuri individuale. În afara acestor factori, în unele ţări, lucrările de reconstrucţie a oraşelor care au suferit distrugeri mari în ultimul război au oferit condiţii favorabile introducerii şi dezvoltării termoficării.

Din toate aceste considerente cît şi din realizările ultimilor ani ce vor fi prezentate în cele ce urmează, se desprinde constatarea actualităţii termoficării urbane ca un mijloc de ridicare a gospodăriei orăşeneşti cît şi oportunitatea ei economică în cazul respectării unor condiţii minimale în legătură cu mărimea şi densitatea geografică a consumului de căldură.

2. Principalele caracteristici şi tendinţe tehnice şi economice

2.1 **Aspectul energetic de ansamblu.** În timp ce în ţările cu economie socialistă integrarea centralelor de termoficare urbană în sistemul electroenergetic regional se efectuează în mod organic, în ţările cu economie capitalistă această

*) Ing. *I. D. Stăncescu*: director tehnic al Dir. Electrificării a Dep. Energiei Electrice din Min. Industriei Grele şi profesor la Institutul Politehnic Bucureşti.

Ing. *A. Mişu*: Dir. Electrificării a DEE din MIG şi lector la Inst. Politehnic Bucureşti.

Ing. *Gh. Colţ*: şef de proiect Inst. de Studii şi Proiectări Energetice (ISPE).

integrare constituie o problemă greu de rezolvat, atunci cînd pentru un grad de termoficare avansat, puterea electrică a centralelor depăşeşte limitele consumului local. Dat fiind însă marea importanţă a economiei de combustibil pe plan general, premizele pentru o rezolvare corespunzătoare devin din ce în ce mai favorabile [1]. Se poate chiar cita ca exemplificare în această privinţă recomandarea făcută în august 1956 de Organizaţia economică de cooperare europeană (OEEC) care grupează state din vestul Europei, ca guvernele ţărilor membre să dispună autoproducătorilor industriali de energie electrică mărirea cotei de energie electrică ce se poate obţine în regim de termoficare, întreprinderile publice de electricitate urmînd a prelua surplusul ce se poate livra în reţelele lor [2].

2. 2. **Centralele de termoficare urbane.** Din punct de vedere al amplasării centralelor de termoficare urbană, se pot constata două tendinţe contrarii. Amplasarea în afara zonei clădite, actuale şi viitoare, a oraşului este tendinţa nouă promovată în U.R.S.S., ca urmare a dorinţei de a scoate din zona oraşului aceşti masivi consumatori de combustibili şi producători de gaze nocive şi cenuşă. În schimb, mai există partizani hotăriţi ai amplasării cît mai central a CET sau a unor centrale termice complimentare pentru acoperirea vîrfurilor. În aceste din urmă cazuri se împun însă măsuri cu totul speciale de ordin constructiv şi de exploatare, a căror oportunitate economică trebuie bine cîntărită [1]. Există evident şi soluţii intermediare, cazuri foarte favorabile fiind cele în care se pot folosi gaze naturale drept combustibil pentru centrale.

Puterea şi parametri centralelor de termoficare urbană acoperă o gamă extrem de largă de valori, de la puteri de un MW şi parametri de 42 at 450°C, ca de exemplu la CET din Ludwigshafen recent construită, cu 2 grupuri de contrapresiune de 835 kW şi 240 kW [3], pînă la puteri de 300 MW la parametri de 140 ata 575°C ca la ultimile centrale în curs de construcţie sau de extindere în sistemul de termoficare al Moscovei. Puterea şi parametrii depind evident atît de mărimea oraşului şi gradul de termoficare, cît şi de stadiul tehnicii respective în epoca construcţiei. În această privinţă trebuie relevate preocupările sovietice de a menţine un decalaj cît mai mic între puterea şi parametrii centralelor de termoficare şi aceia ai marilor centrale cu condensaţie de ordinul a 1000 MW la parametri supraînalţi, în vederea păstrării unei eficacităţi economice suficiente a ciclului termoficării. Pe această linie se înscriu o serie de măsuri foarte eficiente luate atît în privinţa concepţiei şi echipamentului centralelor cît şi al restului instalaţiilor de termoficare, care au fost expuse detaliat în alt cadru [4].

Şi în ceea ce priveşte tipurile turbinelor de termoficare este de relevat o mare diversitate. În timp ce în U.R.S.S. şi R. P. Polonă se folosesc în CET urbane unitar grupuri cu condensaţie şi prize reglabile de anumite mărimi standardizate, în alte ţări alegerea se opreşte de multe ori şi la grupuri cu contrapresiune, construite special pentru condiţiile date [1]. De exemplu, pentru condiţiile sale, în R.P.U. se preconizează echiparea CET urbane cu grupuri separate cu condensaţie şi de contrapresiune, ultimile urmînd a funcţiona cu o contrapresiune variabilă în funcţie de consum.

Un alt aspect caracteristic este dat de rezolvarea acoperirii vîrfului consumului de încălzire, vîrf de scurtă durată dar relativ foarte pronunţat. Trecerea la parametri foarte înalţi şi mari unităţi, face neeconomică acoperirea acestui vîrf din cazane cu aceiaşi parametri ca instalaţiile principale. De aceea se ia în considerare pentru acest scop folosirea unor cazane speciale de vîrf — cu abur de joasă presiune sau pentru încălzirea directă a apei de reţea — instalate fie în CET [4], fie separat de zona de consum [1].

În ceea ce priveşte instalaţiile din CET pentru preîncălzirea apei din reţeaua termică, se constată tendinţa folosirii mai multor trepte, chiar pentru preîncălzitorii de bază, în scopul unei destinderi cît mai intense a aburului în turbine. Coborîrea recentă a presiunii prizei reglabile a turbinelor de termoficare urbană în U.R.S.S. de la 1,2—2,5 ata la 0,4—0,8 ata şi folosirea pentru termoficare a încă 1—2 prize superioare nereglabile sînt exemplificatoare în această privinţă [4].

2.3. **Reţelele de termoficare.** În măsura în care în zona oraşelor nu se găsesc consumatori industriali cu pondere mare de consum tehnologic de abur, domneşte aproape unanim convingerea superiorităţii folosirii apei ca agent termic. Cu toate acestea, se întîlnesc încă frecvent reţele de termoficare cu abur fie mai vechi, fie în cazul cînd există mulţi consumatori urbani cu sisteme de încălzire cu abur de joasă presiune ce nu pot fi transformate. Ca tendinţă pentru noi mari instalaţii se desprinde însă în general prevederea apei fierbinţi, cu temperaturi de 120—150 şi chiar 180°C în conducta de ducere şi de 70° C în cea de întoarcere pentru condiţiile nominale de exploatare, adică pentru cea mai scăzută temperatură exterioară de calcul.

Ca sisteme de reţele, se dă preferinţă reţelelor cu două conducte; există totuşi şi reţele cu trei conducte de apă, cea de a treia destinată vehiculării debitului termic pentru acoperirea necesităţilor de încălzire fiind scoasă vara din funcţiune, cînd în circuit rămîne numai debitul corespunzător consumului de apă caldă [5]. Se ia însă în considerare şi oportunitatea renunţării la conducta de întoarcere, ca de ex.

în cazul sistemului deschis în care după folosirea pentru încălzirea clădirilor, apa de rețea este utilizată direct ca apă caldă.

Sistemul închis în care apa caldă necesară consumului se obține prin încălzirea apei luată din rețeaua de apă potabilă în schimbătoare de căldură instalate la consumator, predomină în instalațiile în funcțiune, deși în multe orașe din U.R.S.S. funcționează cu bune rezultate de mulți ani rețele deschise. În această privință rămîn hotărîtoare condițiile locale de procurare și de calitate a apei de adaos pentru rețeaua termică. Avantajele termice ale sistemului deschis pot fi în bună parte realizate și în sistemul închis, prin aplicarea unei scheme noi propuse în U.R.S.S. pentru preîncălzirea apei calde la consumator în două trepte [4].

Foarte împărțite sînt părerile în privința izolației și a modului de așezare a conductelor termice. Există, mai ales în U.R.S.S., experiență și rezultate de exploatare cu sisteme foarte diferite [4], [6]. Pe lîngă soluțiile mai noi de așezare directă a conductelor în pămînt, așezarea în canale își păstrează încă mulți adepți. In această ultimă alternativă canalele se execută din ce în ce mai mult din beton prefabricat. Totuși, se pretinde că printr-o organizare deosebită a lucrărilor de construcție, este posibil a se realiza canale din beton armat monolit la aceiași indici de cost [5]. În acest fel s-ar putea obține fără investiții în plus avantajul de a dispune de canale etanșe în cazul unor avarii ale conductelor.

Siguranța de exploatare a rețelelor de termoficare executate în bune condițiuni este foarte mare. De aceea nu se ezită a se trece cu traseul lor prin puncte oricît de aglomerate, dacă aceasta este necesar (fig. 1) sau chiar prin subsolul sau pivnițele clădirilor. Din aceleași considerații ele pot fi amplasate fără grijă împreună cu alte instalații ale gospodăriei urbane în mari colectoare subterane [6].

2.4. **Predarea căldurii la consumatori.** În afară de alternativele legate de alimentarea consumatorilor cu apă caldă în sistem închis sau deschis deja menționate, schemele de racordare diferă și după modul în care are loc predarea căldurii pentru încălzirea clădirii : direct sau indirect. În schema directă apa din conducta de ducere circulă în întreaga instalație a clădirii, după ce într-un așa numit elevator își aspiră o cotă corespunzătoare de apă din conducta de întoarcere a instalației. Amestecul astfel format corespunde presiunii instalației interioare și temperaturii necesare. În schema indirectă, căldura este cedată prin schimbătoare de căldură. În timp ce în U.R.S.S. și recent și în noile rețele din Polonia se folosește de regulă schema directă care s-a dovedit foarte sigură și economică în exploatare, în celelalte țări se păstrează încă racordarea indirectă.

În rețelele urbane funcționînd cu abur ca agent termic, racordarea consumatorilor casnici se face indirect, căutîndu-se o recuperare cît mai bună a condensatului.

Reglajul debitului de căldură se face în general suprapunînd reglajului centralizat al temperaturii apei din conducta de ducere un reglaj local la abonat, dacă aceasta este necesar. Există însă și rețele în care are loc un reglaj centralizat combinat al debitului și temperaturii apei din conducta de ducere [4].

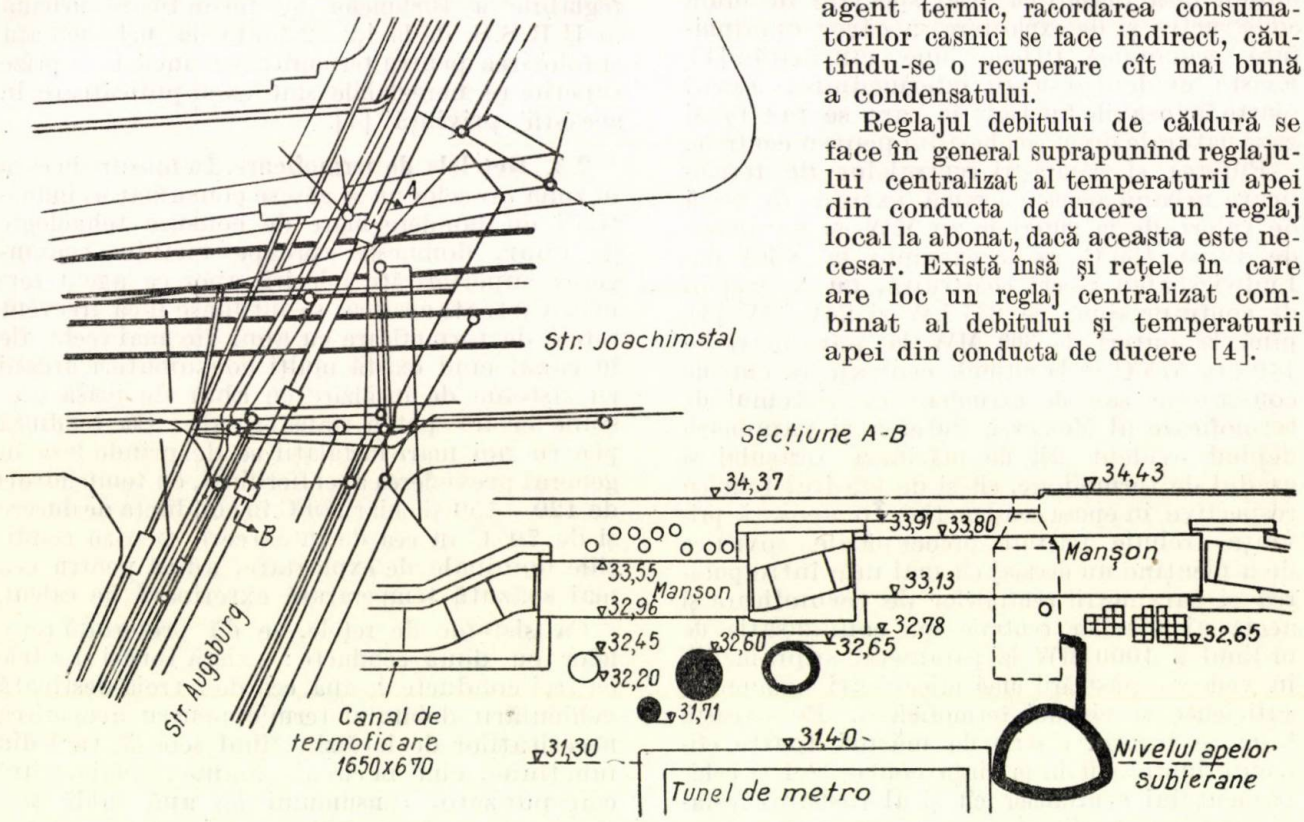


Fig. 1 Exemplu de punct greu al gospodăriei subterane la o încrucișare de mare circulație în Berlin [5] (Conductele de termoficare se încrucișează cu conducte de gaz, apă și canalizare, precum și cabluri electrice și de telecomunicații).

O problemă mult discutată este cea a decontării căldurii către consumator. În general se caută o formă cît mai simplă. După treapta cea mai simplă a tarifelor pauşale, se întîlnesc mult tarife bazate pe decontarea consumului de căldură determinat din cantitatea de apă intrată în instalaţie şi temperaturile respective citite sau înregistrate la anumite intervale. Nu se ezită însă cîteodată a se face apel, de ex. în Hamburg, la complicate şi costisitoare aparaturi pentru măsurarea şi înregistrarea directă a debitului de căldură, pentru a demonstra abonatului justeţea notei de decontare [7]. Astfel de instalaţii complicate constituie însă excepţii şi nu reprezintă o tendinţă generală sau îndreptăţită. Este adevărat însă că această problemă mai rămîne de rezolvat într-un mod convingător pentru consumator şi simplu şi ieftin pentru întreprinderea de distribuţie.

2.5. **Preţul căldurii livrate din reţele de termoficare.** Problema preţului căldurii distribuite prin reţele publice urbane este şi ea mult discutată. Dacă nu mai există îndoială în ceea ce priveşte eficacitatea de ansamblu a termoficării, adică asupra faptului că cheltuielile anuale totale pentru energia electrică şi căldura produse în regim de termoficare sînt inferioare celor în cazul producerii lor separate, există în schimb păreri foarte diferite asupra modului de repartiţie a avantajelor obţinute prin termoficare asupra celor două feluri de energie. La o repartiţie obiectivă, preţul căldurii poate concura totdeauna pe cel în cazul producerii ei separate. Se cere însă ca la comparaţie să se ţină seama de toate cheltuielile ce apar la producerea căldurii în instalaţiile separate şi să nu se compare în mod simplist numai cu costul combustibilului.

În această privinţă este de remarcat tariful general introdus de la 1 ianuarie 1957 în R. D. Germană, unde în mod analog cu tariful unitar valabil pentru energia electrică în întreaga ţară, s-a fixat un tarif degresiv pe tranşe pentru livrarea căldurii din reţelele termice [8]. Tariful este astfel stabilit încît distribuţia de căldură nu este rentabilă decît dacă aceasta este produsă în regim de termoficare.

2.6. **Centrale de termoficare cu turbine cu gaze şi centrale nucleare de termoficare.** În subcapitolul 2.3. consideraţiile în legătură cu centralele de termoficare urbană s-au limitat la centralele clasice cu abur, ca unele care predomină indiscutabil la ora actuală în acest domeniu. O trecere în revistă a stadiului actual al termoficării urbane ar fi însă incompletă fără menţionarea celor cîteva centrale de termoficare cu turbine cu gaze sau cu aer cald în curs de intrare în funcţiune sau prevăzute pentru viitorii 2—3 ani şi a căror importanţă constă mai puţin în ponderea lor cît în perspectivele de viitor. Sub acest ultim aspect trebuie considerată şi intervenţia probabilă a centralelor nucleare de termoficare urbană.

Ciclul turbinelor cu gaze prezintă unele caracteristici care în anumite condiţii pot face deosebit de interesantă folosirea acestor instalaţii în sisteme de termoficare urbană. În primul rînd este de menţionat ridicarea randamentului ciclului deschis prin folosirea căldurii gazelor evacuate pentru încălzirea apei dintr-o reţea de termoficare. La aceasta se poate adăuga şi utilizarea căldurii extrasă din aer după prima treaptă de comprimare, ca de ex. în schema centralei de termoficare Vahr din Bremen redată în fig. 2 şi care, prevăzută cu două grupuri cu turbine cu gaze de cîte 25 MW urmează a intra în exploatare în 1959—1960 [9]. În afară de ameliorarea randamentului, astfel de centrale pot oferi importante avantaje din punctul de vedere al folosirii ca rezervă rapidă în afara perioadei de încălzire sau pentru că necesită cantităţi mult mai mici de apă de răcire. De asemenea au o comportare favorabilă la sarcini parţiale.

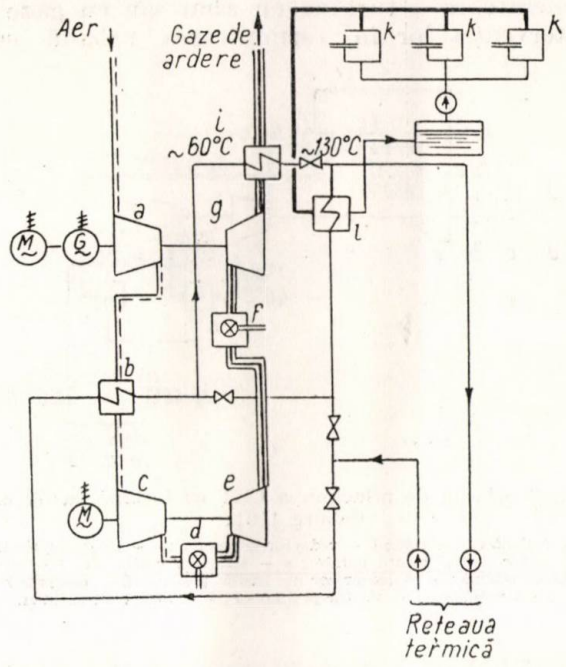


Fig. 2 Schema termică a CET cu turbine cu gaze Vahr [9]:
a — compresor de joasă presiune; *b* — răcitor intermediar; *c* — compresor de înaltă presiune; *d* — cameră de ardere de înaltă presiune; *e* — turbină de înaltă presiune; *f* — cameră de ardere de joasă presiune; *g* — turbină de joasă presiune; *i* — preîncălzitor al apei de reţea; *k* — cazane de abur suplimentare de joasă presiune; *l* — Preîncălz. suplim. pt. apa de reţea

Turbinele funcţionînd în ciclu închis cu aer cald se pretează şi ele pentru termoficarea urbană, mai ales că oferă la puteri relativ mici condiţii pare-se superioare ciclurilor cu abur. În fig. 3 este redată schema de principiu a instalaţiei de 6,6 MW din CET Coburg [10] care livrează unei reţele termice funcţionînd cu apă de 100—110°C în conducta de ducere

și 35—40°C în cea de întoarcere, un debit maxim de căldură de 13,5 Gcal/h. După cum reiese din schemă, căldura cedată este extrasă din aer înaintea celor două trepte de comprimare.

Întrucît centralele folosind combustibil nuclear nu diferă în actuala concepție de centralele cu combustibil clasic în ceea ce privește schema de lucru a agentului termic destins în grupurile generatoare — turbine cu abur sau cu gaze — intervenția lor în termoficarea urbană este

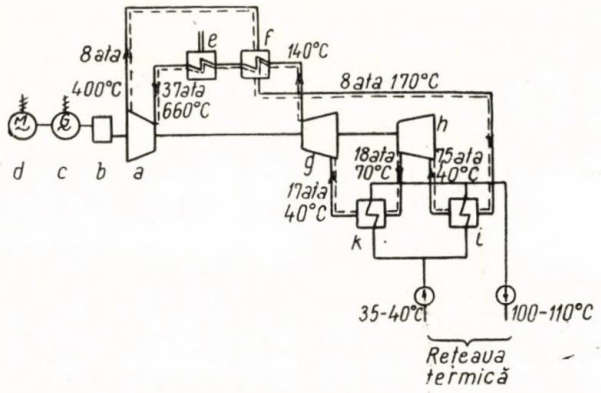


Fig. 3 Schema de principiu a CET cu turbină cu aer cald Coburg [10]:

a — turbină cu aer cald; *b* — reductor de turație; *c* — generator electric; *d* — motor electric pentru pornire; *e* — încălzitor pentru aer; *f* — schimbător de căldură; *g* — compresor de înaltă presiune; *h* — compresor de joasă presiune; *i* — răcitor preliminar; *k* — răcitor intermediar.

legată în fond de dezvoltarea generală a tehnicii reactoarelor energetice și a condițiilor economice respective. Cu mențiunea poate, că dat fiind zonele de securitate considerate acum necesare pentru amplasarea centralelor atomoelectrice, distanța față de orașe ar mai putea interveni ca un factor încă negativ.

Cu toate acestea s-a vorbit deja în diferite ocazii de viitoare centrale nucleare de termoficare urbană fără a se da însă alte informații concrete decît cele în legătură cu proiectul suedez descris mai jos. Centrala de la Ågesta cu puterea ei electrică de 12 MW și termică de 70 MW, destinată a alimenta de la o distanță de cca 3,5 km un nou cartier în partea de sud a orașului Stockholm, pare a fi la punerea ei în funcțiune în 1960 prima centrală nucleară de termoficare urbană din lume [11]. Avînd un factor anual de încărcare de 50% pentru utilajul nuclear și dispunînd de cazane de abur de joasă tensiune pentru acoperirea vîrfurilor cererilor de căldură, această centrală se justifică din punct de vedere economic. Cum concomitent în Suedia se realizează și o centrală nucleară termică cu un debit maxim de căldură de 75 MW pentru alimentarea orașului Västerås, se va dispune în cîțiva ani în această țară de experiența necesară realizării programului intenționat de termoficare a cca 40 orașe din centrale nucleare.

3. Privire de ansamblu asupra termoficării urbane europene.

În cele ce urmează se va încerca a se prezenta și o privire de ansamblu asupra dezvoltării termoficării urbane în Europa. Ea se bazează pe date din literatura tehnică și ca atare nu se poate pretinde completă. De altfel ea nu urmărește un scop statistic, ci o orientare generală asupra preocupărilor respective în diferitele țări, schițînd totodată cadrul în care se plasează propriile noastre preocupări în legătură cu această problemă.

În fig. 4 se prezintă o imagine geografică a termoficării în Europa [12], [13]. Din U.R.S.S. au fost trecute numai principalele orașe termoficate din partea europeană.

În fig. 5 sînt prezentate curbele clasate ale sarcinilor termice specifice ale unor orașe mari din țări mai apropiate în raport cu cele valabile pentru București, iar în tabela 1 cîteva date caracteristice.

Tabela 1

Durata de încălzire și consumul specific de căldură casnic în cîteva orașe din țări mai apropiate

Orașul	Durata de încălzire h/an	Consumul specific de căldură casnic	
		kcal/m³h	% față de București
București	4 054	67 900	0
Budapesta	4 400	70 200	+ 3,4
Praga	5 088	69 000	+ 1,6
Sofia	4 000	64 300	— 5,3
Varșovia	4 800	56 400	—17
Kiev	4 800	55 500	—18,6
Odesa	4 368	48 280	—29

După cum reiese atît din fig. 5 cît și din tabela 1, cifrele de consum specific de căldură cît și condițiile de consum din București se situează favorabil față de cele ale celorlalte orașe apropiate termoficate sau în curs de termoficare.

Urmează o scurtă trecere în revistă a termoficării urbane în cîteva țări:

3.1. **U.R.S.S.** Fără îndoială, U.R.S.S. este țara cu cea mai dezvoltată termoficare urbană din lume. Începînd din anii 1924—1929, cînd au fost construite primele centrale și rețele de termoficare la Leningrad și Moscova, energetica sovietică a dezvoltat și ameliorat continuu acest sector.

Problemele tehnice și economice ale termoficării din U.R.S.S. fiind deja expuse în paginile acestei reviste [4], [6] se vor aduce în acest cadru numai unele date statistice mai importante și preocupări noi apărute între timp.

Astfel în fig. 6 se prezintă evoluția puterii instalate în CET și a debitului de căldură livrat de acestea. Față de anul 1940, cînd puterea totală instalată în centralele de termoficare

Fig. 4. Orașele cu termoficare urbană din Europa

ale U.R.S.S. era de 2000 MW și în Moscova de 220 MW, în anul 1956 numai CET ale orașului Moscova însumau o putere de 2100 MW [14]. Debitul de căldură livrat anual a atins în 1956 cifra de 76 000 Tcal (vezi fig. 6).

La sfîrșitul anului 1956 erau termoficate în U.R.S.S. 230 orașe și 95 colonii muncitorești [15]. Este de relevat ponderea crescîndă a consumului de căldură acoperit cu apă fierbinte, care în ultimii 10 ani s-a mărit de 6,5 ori față de numai 2,2 ori cel acoperit prin abur.

Lungimea rețelelor termice atinge mii de kilometri, orașul Moscova singur avînd o rețea termică de peste 400 km. Distanța maximă între CET și ultimul consumator a fost pînă în ultimii ani de 10—12 km (maximum 12 km în orașul Harcov). Actualmente se construiesc centrale de termoficare la o distanță de pînă la 20 km de marginea orașului Moscova. În acest caz distanța dintre CET și ultimul consumator ajunge la 30 km.

Diametrul maxim al magistralelor de termoficare a atins 1200 mm, față de 600—800 mm pînă acum doi ani.

Un element nou în termoficarea sovietică este prevederea folosirii turbinelor cu gaze pentru CET, începînd cu grupuri cu puteri unitare de 12 MW și mai tîrziu 25 MW; sînt deja însă în proiectare și grupuri cu turbine cu gaze de 50 MW, ce urmează a fi folosite și în acest scop.

Amploarea termoficării urbane în U.R.S.S. reiese din faptul că deja actualmente termoficarea urbană cuprinde 40% din consumatorii respectivi; în 1960 această cotă va atinge 50%, iar în 1965 va crește pînă la circa 65% [15].

3.2. **R.F. Germană.** Fără a atinge de departe amploarea și dezvoltarea unitară la care a ajuns în U.R.S.S., în R. F. Germană se găsesc cele mai numeroase instalații de termoficare urbană față de restul țărilor europene. În același timp se constată o intensificare a termoficării în general și a termoficării urbane în special, ceea ce se explică atît prin interesul economiei generale de

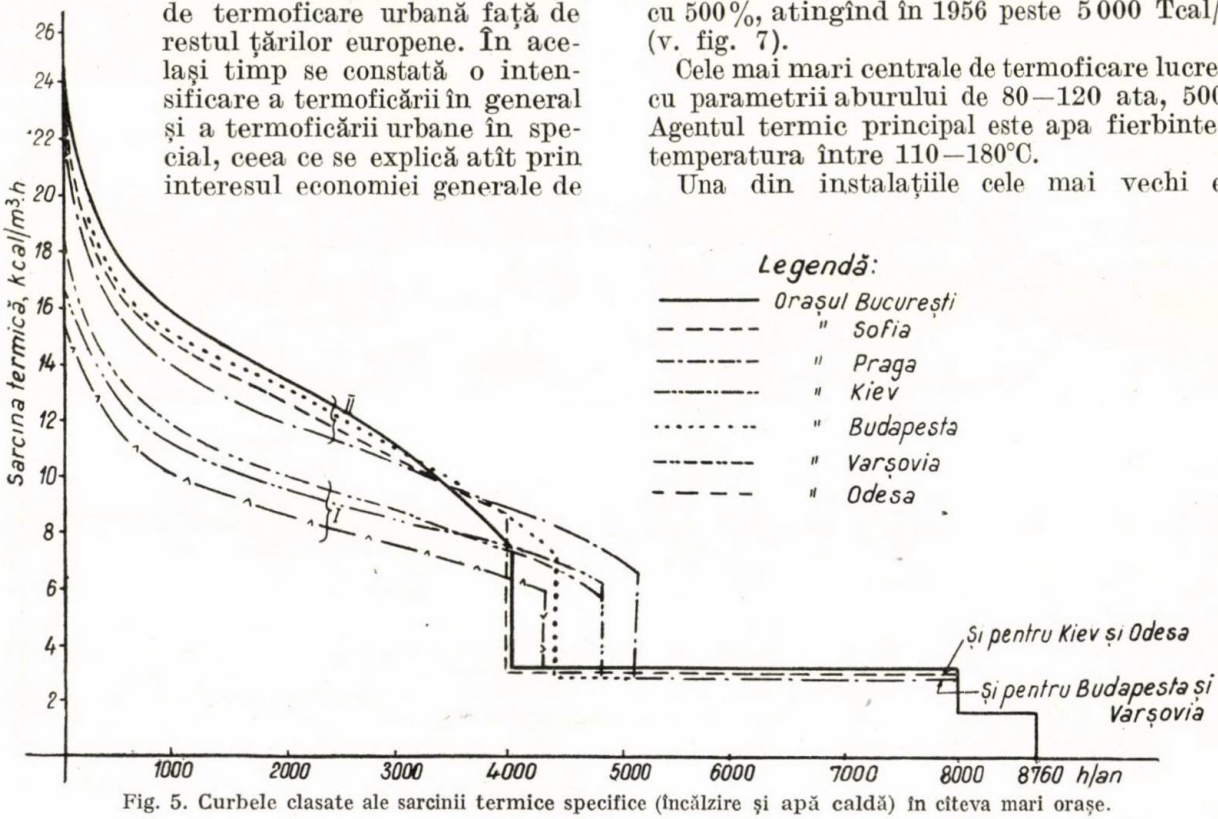


Fig. 5. Curbele clasate ale sarcinii termice specifice (încălzire și apă caldă) în cîteva mari orașe.

combustibil cît și parțial prin necesitatea de centralizare a alimentării cu căldură a cartie-

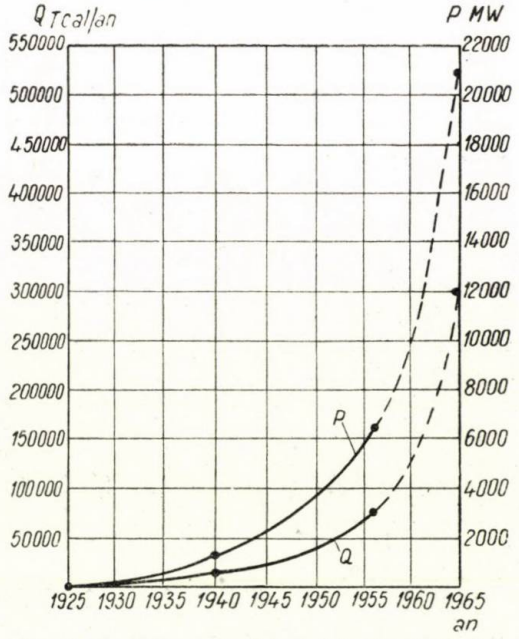


Fig. 6. Evoluția puterii instalate și a debitului de căldură a CET în U.R.S.S. [15]

relor noi de locuințe în orașele reconstruite. La o statistică întocmită în 1957 privind instalațiile de alimentare centralizată cu căldură au participat 51 întreprinderii cu 68 rețele, față de 20 întreprinderi cu 31 rețele în 1950 [16]. În ultimii zece ani debitul de căldură a crescut cu 500%, atingînd în 1956 peste 5000 Tcal/an, (v. fig. 7).

Cele mai mari centrale de termoficare lucrează cu parametrii aburului de 80—120 ata, 500°C. Agentul termic principal este apa fierbinte cu temperatura între 110—180°C.

Una din instalațiile cele mai vechi este centrala de termoficare Charlottenburg din Berlin, care lucra înainte cu abur cu presiunea

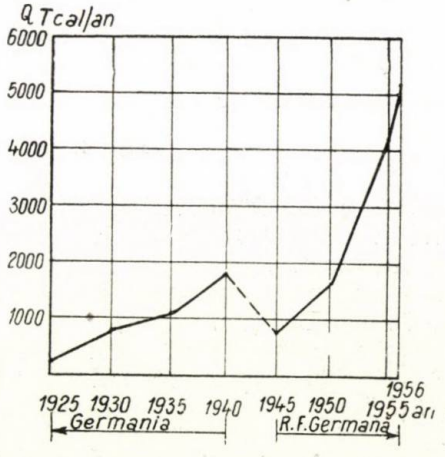


Fig. 7. Evoluția consumului acoperit prin termoficare urbană în R.F. Germană [16].

pînă la 3 ata. În prezent această centrală se extinde cu grupuri de înaltă presiune, puterea primului agregat fiind de 50 MW și existînd posibilitatea instalării ulterioare de grupuri cu puterea de 100 MW [17]. Turbinele sînt prevăzute cu o priză reglabilă de 0,2—0,5 ata, alimentînd preîncălzitoarele de apă de rețea.

Preîncălzirea suplimentară de la 70° C la 110°C se face cu aburul de la prizele nereglabile superioare, cu o presiune de 1,5 la 5 ata.

Rețeaua termică are trei conducte. În conductele pentru încălzire (în circuit închis) apa are temperatura variabilă de la 40—110° C, iar în conducta de apă caldă pentru scopuri menajere apa are temperatura constantă de 90° C.

Printre instalațiile cele mai noi și mari din R. F. Germană este aceea a orașului München, cu sarcină termică preliminată pînă în 1961 de 250 Gcal/h. Acoperirea acestei sarcini se face din două centrale de termoficare situate la distanța de 2 km și o centrală termică, situată între ele. Distribuția căldurii se face cu abur, nivel tehnic scăzut, iar instalațiile de încălzire individuale un consum mare de combustibil.

După cercetări care au cuprins numai instalațiile cu un consum de cărbune de peste 200 t/an întreprinderile industriale ale Angliei consumă pentru producerea de abur 27 milioane t/an cărbune. S-a calculat că prin reconstruirea instalațiilor energetice industriale s-ar putea acoperi prin termoficare pînă la 40% din nece-

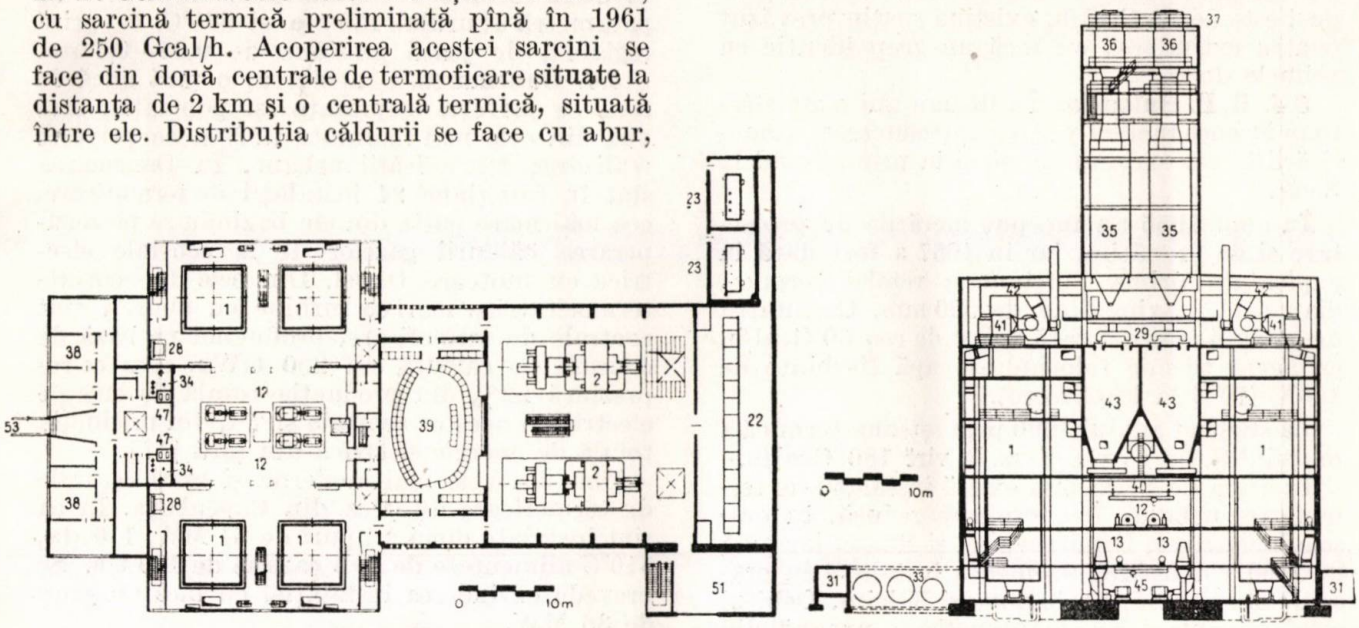


Fig. 8. Plan și secțiune a CET Theresienstrasse din München[1]:

1 — cazan, 70 t/h, 74 ata, 525° C; *2* — grup contrapresiune 21 MW; *12* — pompe de alimentare: *13* — preîncălzitori de înaltă presiune; *22* — stații de 25 kV; *23* — transformatori; *28* — instalația de evacuarea cenușii; *29* — benzi transportoare; *31* — canal de conducte de termoficare; *33* — stația pompelor de păcură cu rezervoarele de păcură; *34* — canal de conducte; *35* — filtre electrostatice; *36* — instalația de tiraj; *37* — placa de dirijare a gazelor de ardere; *38* — birourile administrative; *39* — camera de comandă electrică și termică; *40* — podul de cabluri; *41* — ventilator de aer; *42* — canal de gaze de ardere; *43* — buncăre de cărbune; *45* — mori de cărbune; *47* — concasoare; *51* — intrarea principală; *53* — pasarelă.

deoarece o mare parte din clădiri (40%) au instalații de încălzire cu abur. În fiecare centrală sînt instalate cîte două grupuri de contrapresiune de 21 MW și 4 cazane de 70 t/h 75 ata, 525° C.

O caracteristică specială a instalației de la München este că cele două centrale de termoficare sînt construite în mijlocul orașului, luîndu-se măsurile corespunzătoare din punct de vedere arhitectural și sanitar-igienic, fig. 8 [1].

Ca impresie generală, din ritmul de creștere al instalațiilor cît și din via activitate publicistică și de schimb de experiență desfășurată în ultimii ani în acest domeniu, se desprinde net constatarea că în R.F. Germană s-a ajuns la concluzia unanimă că în afara cunoscutelor ei avantaje tehnice, sociale și economice de ansamblu, aplicarea termoficării urbane reprezintă și pentru întreprinderi o investiție comercială sigură și rentabilă [13].

3.3. **Anglia.** Dacă în privința îmbunătățirii randamentului producerii energiei electrice în condensație s-au făcut mari progrese în Anglia, instalațiile energetice industriale au încă un sarul de energie electrică. Rezultate asemănătoare s-ar putea realiza și prin termoficarea orașelor.

Ca instalații de termoficare urbană, în afară de cîteva mici instalații în alte orașe, este de menționat ca mai caracteristică folosirea centralei Battersea din Londra, amplasată pe malul drept al Tamisei, pentru termoficare [18]. De aci se alimentează cîteva cartiere de construcții noi din centrul orașului, care vor cuprinde în extensiune finală 3 200 apartamente realizate în majoritate în blocuri de 8 la 11 etaje. La alegerea termoficării ca sistem de încălzire centralizată cu căldură, s-a ținut seama în mod deosebit de economia de spațiu realizată prin lipsa cazanelor locale, a depozitelor de combustibil și a coșurilor.

În centrala Battersea sînt instalate două grupuri de contrapresiune de cîte 1 350 kW fiecare, avînd parametri de 42,5 ata, 425°C. Contrapresiunea este de cca 1,2 ata. Cu acest abur se preîncălzește apă la 94°C, care se trimite prin conducte, care trec pe sub Tamisa în canalul prin care trec și conductele de apă potabilă.

Ca o caracteristică cu totul specială se menționează instalarea în mijlocul cartierului a unui acumulator de căldură sub forma unui recipient cilindric de 9 m diametru și 38,5 m înălțime, cu capacitate de cca 100 Gcal. Acest acumulator uniformizează sarcina grupurilor, care sînt grupuri auxiliare în centrală.

Apa caldă pentru scopuri menajere se livrează la 55°C din preîncălzitori apă-apă locali.

Debitul maxim de căldură al celor două grupuri este de 18 Gcal/h, existînd spațiu prevăzut pentru extinderea cu încă un grup identic cu primele două.

3.4. **R. P. Bulgaria.** În ultimii ani s-au efectuat intense lucrări pentru introducerea termoficării într-o serie de orașe și în primul rînd la Sofia.

În anul 1955 au început lucrările de proiectare și de pregătire, iar în 1957 a fost dată în exploatare prima porțiune a rețelei termice, diametrul maxim fiind de 500 mm. Cantitatea de căldură transportată a fost de cca 50 Gcal/h, ca agent termic folosindu-se apă fierbinte de 140°C (70°C la întoarcere).

La sfîrșitul anului 1960 prin rețeaua termică a orașului Sofia se vor livra la vîrf 180 Gcal/h.

În afară de Sofia mai există instalații de termoficare urbană, de amploare redusă, în orașele Dimitrovo, Dimitrovgrad și Russe, iar pînă în 1960 vor apărea asemenea instalații în orașele Colarovgrad, Stahanovo și Kricim. Debitul total al centralelor de termoficare urbană din R.P. Bulgaria va fi de 365 Gcal/h în 1960 și cca 700 Gcal/h în 1965.

3.5. **Republica Cehoslovacă.** În Republica Cehoslovacă există o serie de instalații de termoficare urbană, dintre care una din cele mai vechi și extinse este aceea a orașului Praga. Începutul termoficării acestui oraș se consideră în anii 1928/1929 cînd a fost construită o rețea de abur de 3 km, alimentată din CET Holešovice. Pînă în 1954 rețeaua termică s-a extins la 23 km, iar numărul abonaților a crescut la 300 [19].

Parametrii rețelei de abur au fost 230—250°C și 14 ata. Grupurile instalate în CET Holešovice sînt grupuri de contrapresiune de 7 MW.

În cadrul programelor de dezvoltare în perspectivă a orașului Praga se prevede extinderea termoficării pe o scară largă. Se va acoperi prin termoficare 30% din consumul de căldură al orașului, cu o sarcină de vîrf de 1 670 Gcal/h, răspîndită pe o suprafață de cca 50 km². În acest scop s-au efectuat calcule tehnico-economice din care a reieșit că pentru Praga densitatea de consum termic minimă la care se justifică termoficarea este de 30 Gcal/h.km², jumătate din clădiri trebuind să fie înzestrate cu instalații de calorifer.

În vederea termoficării, orașul va fi împărțit în 3 raioane termice, economia de combustibil calculată fiind de 700 000 t cărbune anual. În același timp căldura livrată prin termoficare va fi cu cca 25% mai ieftină decît în cazul alimentării descentralizate cu căldură.

Ca agent termic se va utiliza apa fierbinte de 130—180°C în locul aburului.

În afară de Praga mai există instalații de termoficare urbană în orașele Brno și Karlovy Vary.

În ultima vreme sînt în studiu și proiectare în ČSR turbine de termoficare de 50 MW cu parametrii aburului 130 ata și 565°C, cu priză reglabilă de joasă presiune de 0,25—0,4 ata.

3.6. **Danemarca.** Danemarca, o țară mică în ceea ce privește suprafața și populația, este una din cele mai înaintate în ceea ce privește realizarea termoficării urbane. În Danemarca sînt în funcțiune 24 instalații de termoficare, cea mai mare parte din ele bazîndu-se pe recuperarea căldurii gazelor de la centrale electrice cu motoare Diesel. Din cele 11 centrale termoelectrice mari cu turbine cu abur, 7 sînt centrale de termoficare, producînd pe bază de consum de căldură cca 290 GWh, ceea ce reprezintă 22% din producția totală de energie electrică a acestor centrale și 7% din producția totală de energie electrică din țară [17].

Una din cele mai moderne și mari centrale de termoficare este cea din Copenhaga. În ea sînt instalate două grupuri de 51 MW, 110 ata, 510°C alimentate de la 5 cazane de 120 t/h. Se prevede extinderea instalației cu încă un grup de 36 MW.

Sarcina termică totală este de 300 t/h abur de 8—15 ata pentru nevoi tehnologice și 130 Gcal/h pentru încălzire. Rețeaua de abur se alimentează de la prizele turbinelor. Pentru încălzire agentul termic este apa fierbinte cu temperatura de 115°C (70°C la întoarcere). Preîncălzirea apei se face pînă la 100°C din două prize de joasă presiune, iar preîncălzirea suplimentară pînă la 115°C se face cu abur din priza de 8—15 ata.

Remarcabilă este valoarea producției specifice de energie electrică: 286 kWh/Gcal la consumul de abur și 466 kWh/Gcal, la consumul de apă.

Rețeaua de abur are două conducte de condensat pentru a permite evacuarea la canalizare în caz de infectare. Recuperarea condensatului atinge 90%. Consumatorii de apă sînt racordați prin pompe locale de amestec.

3.7. **Franța.** În Franța instalațiile de termoficare urbană sînt puțin dezvoltate. În afară de Paris există rețele termice la Lyon, Macon, Chambéry și în alte cîteva orașe. Cea mai mare rețea termică este cea din Paris, cu o lungime de 40 km.

Ea este alimentată de la centralele Bercy și Ivry livrînd abur de 20 ata și legate între ele printr-o magistrală de 15 km care traversează orașul. În centrala Ivry există un grup înaintaș de 40 MW cu presiunea inițială de 100 ata. În magistrală mai debitează abur și două centrale

de ardere a gunoiului și două centrale termice, situate în apropierea centrului de consum termic. La un debit maxim al instalațiilor de 450 t/h în ziua cea mai friguroasă, rețelele termice ale orașului Paris au livrat în iarna 1956—1957 cca 800 000 t abur [17].

În viitor se prevede utilizarea căldurii de la centrala Saint-Ouen, situată în nordul orașului, sau de la centrala Issy-les-Molyneux, situată în vest. Legarea tuturor surselor de alimentare cu căldură se va face printr-o magistrală cu o lungime de 30 km.

Pentru instalațiile noi se alege ca agent termic apa fierbinte de 150—180°C. La realizarea rețelelor se trece de la izolația înfășurată a țevilor la canale de secțiune mică și izolație de umplutură, prin care se realizează economii de spațiu.

Este interesant de relevat că printre sursele luate în considerare a interveni în viitor în alimentarea rețelei termice pariziene este și montarea în centrala Saint-Ouen a unei turbine cu gaze cu o putere de 10 MW cuplată cu un cazan recuperator cu un debit de abur de 150 t/h [20].

3.8. **R.D. Germană.** În ceea ce privește termoficarea urbană în R.D. Germană nu au fost descrise în literatura de specialitate decît instalațiile proiectate pentru alimentarea cu căldură în partea de răsărit a Berlinului cu un consum de 71 Gcal/h [21]. Rețeaua termică are trei conducte, din care una pentru regimul de vară dimensionată pentru 25% din debitul total de apă.

Mai există centrale de termoficare urbană în orașele Leipzig, Dresden și altele.

3.9. **R.P. Polonă.** Termoficarea urbană ocupă un loc important în economia energetică a țării, preocupările și instalațiile principale fiind deja pe larg descrise în paginile acestei reviste [22]. Este numai de adăugat progresul corespunzător al lucrărilor în Varșovia pe cale de a realiza cele mai ample instalații de termoficare cu excepția marilor orașe din U.R.S.S., cît și rezultatele satisfăcătoare ale rețelelor puse în funcțiune.

Ca mărturie a amploarei și ritmului preocupărilor și lucrărilor în această direcție, în care primele instalații din Varșovia nu au încă nici 5 ani de funcționare, poate fi citat faptul că în luna noiembrie a.c. va avea loc în Polonia deja al doilea congres al specialiștilor în domeniul termoficării.

3.10. **Suedia.** Pentru Suedia se prevede ca termoficarea să capete într-un viitor nu prea îndepărtat o mare însemnătate, ținînd seama de condițiile climatice favorabile și de posibilitatea folosirii în scop de termoficare de centrale nucleare [11].

Suedia nu dispune de resurse de combustibil convențional, în schimb are mari rezerve de uraniu sub formă de șisturi petrolifere inferioare. Avînd în vedere însă că energia hidroelectrică mai poate satisface cererile pentru următorii 20 de ani, primele centrale nucleare vor servi la termoficare (sau numai la alimentare centralizată cu căldură, vezi mai jos) înlocuind centralele cu combustibil lichid.

În prezent există rețele termice în șapte orașe ale țării. Se prevede extinderea termoficării la cele 40 orașe cu o populație peste 20 000 locuitori.

Ținînd seama de faptul că pentru o țară mică cum este Suedia nu este economică producerea de combustibil nuclear îmbogățit, la alegerea

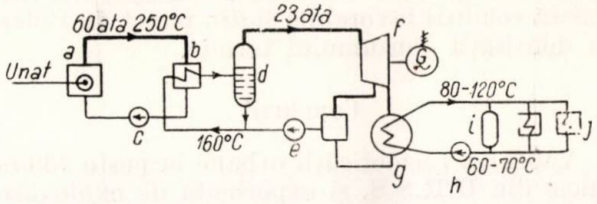


Fig. 9. Schema termică a centralei nucleare de termoficare Ågesta [11]:

a — reactor; *b* — schimbător de căldură; *c* — pompă de circulație; *d* — schimbător de căldură; *e* — pompă de alimentare; *f* — grup turbogenerator; *g* — condensator — preîncălzitor; *h* — pompă de rețea; *i* — acumulator de apă caldă; *j* — schimbătoarele de căldură de la consumatori.

tipurilor de reactoare potrivite pentru centralele suedeze s-au avut în vedere tipurile care pot folosi uraniu natural. Reactoarele cu grafit ca moderator au un volum prea mare, pe cînd reactoarele avînd ca moderator apa grea pot satisface cerințele economice.

În prezent sînt în construcție două centrale nucleare pentru distribuirea centralizată de căldură: centrala de la Västerås, care nu produce și energie electrică, și centrala de la Ågesta, care este o centrală de termoficare propriu-zisă. În fig. 9 este redată schema termică a centralei Ågesta.

Centrala Ågesta cu un debit termic de 70 Gcal/h va avea și o turbină de contrapresiune de 12 MW, transformată dintr-o unitate veche. Apa se încălzește în condensator de la 60° la 100°C, iar pînă la 120°C, pentru zilele foarte friguroase va fi încălzită în cazane de vîrf, cu combustibil lichid. Pentru uniformizarea încărcării reactorului se prevede montarea în circuit a unui acumulator de apă fierbinte. Din punct de vedere constructiv centrala prezintă particularitatea de a fi subterană, amplasată într-o cavernă excavată în stîncă.

3.11. **R.P. Ungară.** În R.P. Ungară există în funcțiune o instalație de termoficare urbană în localitatea Stalinvaros, unde sînt alimentate centralizat cu căldură 4 000 locuințe printr-o rețea termică avînd ca agent apă fierbinte la 130°C (70° C la întoarcere). În iarna 1956—1957 sarcina de vîrf a fost de 21,6 Gcal/h [23].

Pentru Budapesta s-au făcut studii de termoficare pentru o zonă a orașului cu o suprafață de cca 21 km² și cu un debit maxim de 800 Gcal/h, avînd o rețea termică de aproximativ 250 km.

Toate proiectele de termoficare se bazează pe folosirea de turbine cu contrapresiunea variabilă, soluție considerată ca cea mai economică pentru condițiile din Ungaria.

*3.12.***R.P. Romînă.** În timp ce termoficarea industrială se aplică și se dezvoltă pe scară largă la noi în țară, în domeniul termoficării urbane primele începuturi s-au făcut de abia în ultimii ani cu alimentarea cîtorva colonii muncitorești.

Tot în acest interval s-au studiat însă condițiile de aplicare ale termoficării urbane în cîteva orașe, în primul rînd în București, în care există condiții favorabile și din punct de vedere al densității consumului termic.

Concluzii

Aplicarea termoficării urbane în peste 230 de orașe din U.R.S.S. și experiența de exploatare de peste 25 de ani din această țară, reluarea — — în parte cu mare avînt — a aplicării termoficării urbane într-o serie de țări din vestul Europei după o pauză de peste 20 de ani de la primele cîteva instalații și introducerea ei în țările din răsăritul Europei, au condus în ultimii ani la formarea opiniei generale că termoficarea urbană, departe de a fi un lux, a devenit în condițiile dezvoltării ei tehnice și economice actuale, unul din cele mai eficace mijloace pentru ridicarea gospodăriei energetice orășenești la un nivel superior, atît din punct de vedere tehnico-economic cît și din punct de vedere social și igienic.

Dată fiind această situație cît și rezultatele favorabile ale studierii acestei probleme și în condițiile noastre, este de luat în considerare trecerea la realizarea practică a lucrărilor în cazurile cele mai interesante.

Bibliografie.

[1] Hencky, K.: *Termoficare urbană pe plan mare.* Elwirtschaft, vol, 57 (1958) nr. 9, pag. 269-79, 15 fig.

[2] Wirth, H.: *Instalațiile industriale cu contrapresiune în cadrul dreptului energetic,* BWK, vol. 9(1957) nr. 3, pag. 135-36

[3] Gross, H.: *Microcentrală de termoficare.* Elwirtschaft, vol. 55(1956), pag. 796-802, 13 fig.

[4] Stăncescu, I. D.: *Tendințe noi în termoficare în URSS,* Energetica, vol 5(1957) nr. 8, pag. 369-79, 5 fig., 9 ref. bibl.

[5] Strempel, E.: *Experiență în legătură cu construcția și exploatarea de instalații de distribuție la distanță a căldurii.* Elwirtschaft, vol. 56(1957) nr. 22, pag. 807-14, 14 fig.

[6] Colț, Gh.: *Tehnica nouă în construcția rețelelor termice.* Energetica, vol. 5(1957) nr.11, pag.526-33, 19 fig., 4 ref. bibl.

[7] Henselmann, E.: *Reglarea, supravegherea și măsurarea în distribuția și predarea căldurii în sisteme de termoficare urbană folosind apa ca agent termic.* Elwirtschaft, vol. 56(1957), pag. 814-18, 6 fig.

[8] Wohlfarth, G.: *Probleme ale alimentării urbane cu căldură.* Die Technik, vol.13(1958) nr. 1, pag 35-37.

[9] Zinkl, R.: *Centrala de termoficare Vahr a uzinelor comunale Bremen.* BWK vol. 9(1957) nr. 12, pag. 575-78, 4 fig.

[10] Dengler, F.: Centrala de termoficare Coburg Energie vol. 9(1957) nr.11, pag. 447-51, 7 fig.

[11] Ekefalk, S., Margen, P. H. și Nytén, T.: *Economia centralelor nucleare de termoficare urbană din Suedia.* Raport 59 B 3/8 la Sesiunea parțială a Conferinței Mondiale a Energiei — Montreal 1958.

[12] Colectiv de autori: *Privire de ansamblu asupra energiei în țările străine* (1956-57). Energohoziaistvo za rubejom (anexă a revistei Electriceschie Stanții) nr. 1/1958, pag. 1-55, 14 fig.

[13] Wolf, M.: *Importanța termoficării din punct de vedere al economiei industriale și naționale.* Praktische Energiekunde vol. 5(1957) nr. 1-2, pag. 17-68, 10 fig.

[14] Necrasov, A. M.: *40 de ani de energetică sovietică.* Electriceschie Stanții vol. 28 (1957) nr. 11, pag. 11.

[15] Socolov, E. I. și Gorșcov, A. S.: *Perspectivele și indicii economici ai dezvoltării termoficării urbane în URSS.* Raport 83 H/7 la Sesiunea parțială a Conferinței Mondiale a Energiei —Montreal 1958.

[16] Mölter, F. J. și Strumpf H.: *Termoficarea urbană în R.F. Germană* Elwirtschaft, vol. 57 (1958) nr. 11, pag. 319—23, 6 fig., 6 tab.

[17] Colectiv de autori: *Termoficarea în țările Europei occidentale.* Energohoziaistvo za rubejom (anexă a revistei Electriceschie Stanții) nr. 4 (1956), pag. 16—22, 7 fig., 9 ref. bibl.

[18] Donkin, B., Johnston, C.M. și Ockenden, E: *Intreprinderea de termoficare urbană Pimlico. Rezultate economice și financiare.* Proceedings The Institution of Civil Engineers Part. iulie 1956, pag. 323—44.

[19] Mastovsky, O.: *Alimentarea cu căldură a orașului Praga* Energietechnik vol. 6 (1956) nr. 5, pag. 198—203, 6 fig., 1 tab., 11 ref. bibl.

[20] Friedberger, J.: *Studiul unui ansamblu turbină de gaze-cazan de recuperare pentru termoficarea urbană.* Raport 105 G1/11 la Sesiunea plenară a Conferinței Mondiale a Energiei — Viena 1956.

[21] Lehmann, H.: *Incălzirea la distanță a cartierului Friedrichshain și a bulevardului Stalin.* Energietechnik vol. 4 (1954) nr. 5, pag. 194—202, 14 fig., 8 ref. bibl.

[22] Stăncescu, I. D.: *Realizări și preocupări energetice în Polonia.* Energetica vol. 5 (1957), nr. 2, pag. 52—62. 7 fig., 8 ref. bibl.

[23] Burducea, C.: *Conferința de la Budapesta organizată de Uniunea științifică pentru industria energetică din R.P.U.* Energetica vol. 6 (1958) nr. 3, pag. 126—34.

621.311.1(4)

Unele aspecte ale producţiei şi consumului de energie primară în Europa*)

II. Consumul de energie primară şi balanţa energetică europeană

*MARTIN ROSENBERG***)

In continuarea primei părţi, publicate în numărul precedent, se analizează unele aspecte ale consumului de energie primară în Europa, precum şi balanţa energetică pe anii 1948—1956.

Analiza consumului de energie a unei anumite zone geografice sau ţări, considerat atît static — la un moment dat — cît şi în dinamica sa, pe o anumită perioadă, permite caracterizarea gradului de dezvoltare economică a regiunii sau ţării respective, precum şi etapa şi ritmul ei de dezvoltare economică şi industrială, în perioada analizată.

La estimarea consumurilor de energie pentru Europa şi pentru diferitele ţări şi zone geografice din Europa, aşa cum vor fi redate în cele ce urmează, s-a luat în considerare consumul intern brut de combustibil fosil şi de resurse hidroenergetice, ţinîndu-se seama de producţie, de schimb şi de transformări tehnologice pecum şi — în măsura posibilităţilor — de variaţia stocurilor de combustibili. În cifrele de consum indicate, nu sînt incluse consumurile de lemne de foc, turbă şi alţi combustibili vegetali locali, la care nu s-a dispus de date suficiente. Pentru majoritatea ţărilor, cota de energie furnizată de aceşti combustibili şi consumată numai intern se poate estima la minimum 0,25 tone combustibil convenţional pe cap de locuitor şi an [1].

2.1. Consumul de energie primară în Europa

Din totalul consumului mondial de energie primară — de combustibili clasici fosili şi resurse hidroenergetice — estimat pentru anul 1937, la cca. 1778. 10^6tcc, consumul Europei inclusiv U.R.S.S a fost de $850{,}7 \cdot 10^6$tcc, respectiv de 47,8% [1]. În anul 1955, consumul mondial de energie s-a ridicat la $3\,426 \cdot 10^6$t combustibil convenţional, din care consumul european, inclusiv U.R.S.S., era de $1463{,}5 \cdot 10^6$tcc, reprezentînd numai 42,8% din total.

Această scădere a ponderii Europei în consumul mondial de energie se datoreşte ritmului rapid de dezvoltare pe care l-au luat unele ţări slab dezvoltate îndeosebi din Asia şi Africa, în ultimele două decenii.

Consumul de energie primară în Europa, în anii 1937 şi 1949—55, exprimat în combustibil convenţional, este redat în tabela 7.

Tabela 7

Consumul global*) de energie primară în Europa în anii 1937 şi 1949-1955

	1937	1949	1955
Total Europa incl. U.R.S.S. 10^6 tcc.	854,5	955,3	1 467,6
din care :			
U.R.S.S. 10^6tcc.	146,5	255,1	441,7
%	17,1	25,6	30,1
Europa fără U.R.S.S. 10^6tcc.	708,0	740,2	1 025,9
%	82,9	74,4	69,9
din care :			
Ţări socialiste 10^6tcc.	67,6	146,1	236,0
%	7,9	14,7	16,1
Ţări capitaliste 10^6tcc.	640,4	594,1	789,9
%	75,0	59,7	53,8

*) Consumul global de energie primară s-a obţinut prin însumare la consumul efectiv de combustibil al energiei hidraulice exprimate sub forma echivalentului termic necesar producerii energiei electrice obţinute din resursele hidraulice respective.

După cum reiese din tabela 7 dinamica consumului global de energie primară în Europa, în perioada 1949—1955 (fig. 5), prezintă ten-

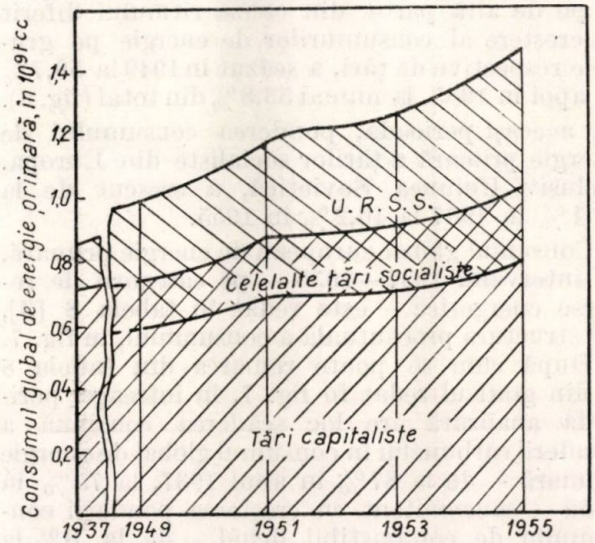


Fig. 5. Consumul global de energie primară în Europa, pe grupe mari de ţări, în anii 1949—1955.

dinţe generale de creştere continuă, mai puţin uniformă şi mai intensă decît în cazul producţiei

*) Studiul a fost întocmit în cadrul Secţiei de energetică generală din Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

**) Ing. *M. Rosenberg* este şeful Sectorului de resurse termoenergetice din Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

de energie. În perioada analizată, creşterea medie anuală a consumului de energie primară în Europa, inclusiv U.R.S.S., a fost de 6,7%.

Şi aici, ca şi în cazul producţiei de energie primară, creşterea medie anuală europeană a consumului de energie primară a fost depăşită în U.R.S.S. şi în ansamblul celorlalte ţări socialiste din Europa — unde creşterile medii res-

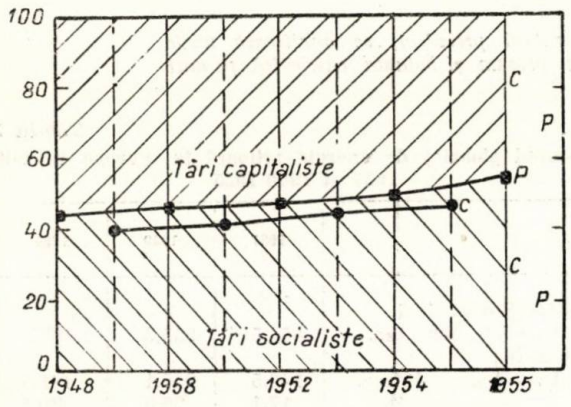


Fig. 6. Repartiţia procentuală a producţiei (P) şi a consumului (c) de energie primară în Europa pe grupuri de ţări în perioada 1948—1957.

pective au fost de 9,6% şi 8,6% pe an — şi nu au fost atinse în grupul ţărilor capitaliste din Europa, luate în ansamblu, unde s-a ridicat în aceeaşi perioadă la numai 6,2%.

În perioada analizată, repartiţia procentuală a consumului de energie pe grupurile de ţări consumatoare din Europa a suferit modificări esenţiale. Dacă, faţă de consumul global de energie primară în Europa, consumul ţărilor capitaliste a reprezentat în anul 1937 82,9%, acesta, pe de o parte din cauza desprinderii ţărilor Europei de Est din lanţul capitalismului şi pe de altă parte din cauza ritmului diferit de creştere al consumurilor de energie pe grupele respective de ţări, a scăzut în 1949 la 59,7% şi apoi în 1955, la numai 53,8% din total (fig. 6). În aceeaşi perioadă, ponderea consumului de energie primară a ţărilor socialiste din Europa, inclusiv Uniunea Sovietică, a crescut de la 17,1% în 1937 la 46,2% în 1955.

Consumul global european de energie primară, în intervalul 1937—1955 — pe categorii de resurse energetice — este redat în tabela 8 [3], iar structura procentuală a consumului, în fig. 7.

După cum se poate remarca din tabela 8 şi din graficul redat în fig. 7, în întreaga perioadă analizată are loc scăderea continuă a ponderii cărbunelui în consumul global de energie primară — de la 87% în anul 1937, la 75% în 1955 — concomitent cu creşterea ponderii consumului de combustibil lichid — de la 8% la 16% — şi a energiei hidraulice de la 4 la 8%. Ponderea consumului de gaze naturale rămîne neschimbată în perioada 1937—55, fiind doar de cca. 1% din total.

În perioada 1925—55 se remarcă, de asemenea, o creştere intensă şi rapidă a producţiei şi consumului de energie electrică în Europa. Astfel, din totalul consumului de resurse energetice primare în Europa, exclusiv U.R.S.S., cota transformată în energie electrică creşte de la

Tabela 8

Structura consumului global de energie primară şi cota corespunzătoare energiei electrice în Europa*) în perioada 1937—1955

		1937	1949	1955
1. Combustibili solizi	10^9kWh	1 296	1 258	1552
	%	87	83	75
2. Combustibili lichizi	10^9kWh	112	156	335
	%	8	10	16
3. Gaze naturale	10^9kWh	8	8	26
	%	1	1	1
4. Energie hidraulică	10^9kWh	65	93	163
	%	4	6	8
Total energie primară	10^9kWh	1 481	1 515	2 076
energie electrică	10^9kWh	168	262	455
	%	11	17	22

*) Exclusiv U.R.S.S.

6% în 1925 la 11% în 1937 şi apoi la 22% în 1955. În timp ce consumul specific global de energie primară pe cap de locuitor şi an a crescut în această perioadă în Europa, exclusiv U.R.S.S., numai cu 50% — de la 3210 kWh la 4830 kWh/an — consumul specific de energie electrică a crescut în aceeaşi perioadă de peste 5 ori — de la 200 kWh în 1925 la 1060 kWh în 1955 [3].

Creşterea puternică a consumului de energie electrică se datoreşte pe de o parte industria-

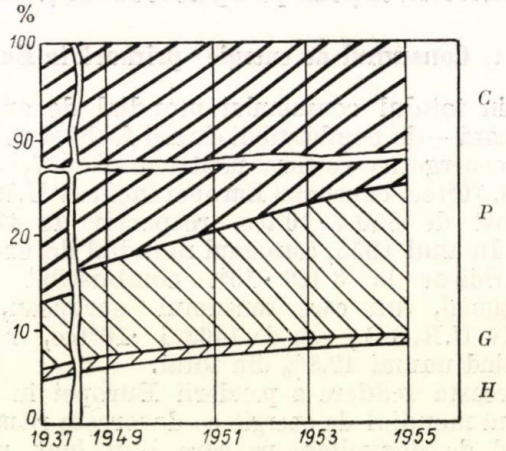


Fig. 7. Structura consumului de energie primară în Europa—exclusiv U.R.S.S.—în perioada 1937—1955:
C — cărbune; P — ţiţei brut; G — gaze naturale; H — energie hidraulică.

lizării — accelerate în această perioadă — a ţărilor mai slab dezvoltate din Europa şi pe de altă parte extinderii mecanizării şi automatizării diferitelor procese de producţie în ţările industrializate din Europa.

2.2. Consumul de energie primară în țările Europei

Consumul de energie primară în Europa, în anii 1937 și 1950—55 pentru fiecare țară în parte, este redat în tabela 9 [1]:

Tabela 9

Consumul de energie primară în Europa, pe țări în anii 1937 și 1950—1955 (în 10^6t combustibil convențional)

Țara	1937	1950	1955
1. Austria	7,0	10,8	15,3
2. Belgia **)	34,7	31,3	37,7
3. Danemarca	6,4	9,0	11,6c
4. Elveția	7,6	10,0	14,3c
5. Franța	88,2	85,2	105,8
6. Finlanda	3,7	4,8	7,8
7. R.F. Germană	(204,6*)	126,9	175,1
8. Grecia	1,3	1,8	2,9c
9. Irlanda	3,2	3,2	3,7 c
10. Italia	28,2	29,5	50,4
11. Marea Britanie	202,5	223,5	249,3
12. Norvegia	10,0	14,3	18,3
13. Olanda	15,7	19,8	25,5c
14. Portugalia	1,8	2,2	3,2c
15. Spania	10,1	16,2	23,2
16. Suedia	15,7	22,5	30,2
Total țări capitaliste: ***)	640,4	625,5	789,9
17. R.P. Albană	0,1	0,1	0,4
18. R.P. Bulgaria	0,9	2,2	4,5
19. R. Cehoslovacă	25,7	37,2	49,0
20. R.D. Germană	—	43,5E	63,6
21. R.P.F. Iugoslavia	2,8	6,6	8,3
22. R.P. Polonă	25,8	52,2	72,3
23. R.P. Romînă	5,7	7,3	21,5
24. R.P. Ungară	6,6	9,1	16,4
Total țări socialiste:	67,6	158,2	236,0
Total Europa fără U.R.S.S.:	708,0	783,7	1 025,9
25. U.R.S.S.	146,5	282,0E	441,7
Total Europa (incl. U.R.S.S.)	854,5	1 065,5	1 467,6

c — calculat
E — estimat
*) — inclusiv Saar
**) — inclusiv Luxemburg
***) — inclusiv Saar și alte teritorii mici ce nu au fost arătate separat.
( ) — toată Germania.

Din analiza datelor cuprinse în tabela 9, se vede că aproape 2/3 din consumul global de energie primară al Europei, inclusiv U.R.S.S., este cumulat în 1955 de următoarele 4 țări, și anume:

U.R.S.S.	30,1% din total
Marea Britanie	17,0% din total
R.F. Germană	11,9% din total
Franța	7,2% din total
Total	66,2% din total

Alte patru țări — Polonia, R. D. Germană, Italia și Cehoslovacia —, avînd fiecare cote de consum între 3—5% din total, însumează 15,9% din consumul global european de energie primară. Celelalte 19 țări din Europa — exclusiv Islanda, Monaco și alte teritorii și state mici a căror pondere în totalul consumului energetic european este neglijabilă — însumează toate împreună numai 17,9% din total.

Dinamica consumului de energie în diferitele țări din Europa, în perioada 1949—1955, prezintă aspecte variate. După cum se arată în tabela 10, considerînd indicii consumului de energie primară din anul 1949 = 100, indicii corespunzători pe anul 1955, pentru diferitele țări ale Europei, se dispun concentrat în trei intervale distincte de valori, permițînd gruparea țărilor europene pe trei categorii mari, cu creșteri medii anuale apropiate:

În prima categorie sînt grupate țările ai căror indici se situează în intervalul 190—170, cores-

Tabela 10

Indicii consumului de energie primară pe anul 1955 și creșterea medie anuală a consumului de energie primară în Europa, pe țări, în intervalul 1949—1955

Grupa	Țara (continent)	Indicele consumului de energie primară în 1955 (1949 = 100)	Creșterea medie anuală a consumului de energie primară în %
	R.P. Romînă	322	22
	Finlanda	200	12,3
I	R.P. Ungară	189	11,2
	Italia	189	11,2
	Elveția	183	10,6
	U.R.S.S	172	9,6
II	R.D. Germană	156	7,6
	Suedia	154	7,5
	R.P. Polonă	153	7,4
	R.F. Germană	152	7,2
	Spania	149	6,9
	Austria	148	6,8
	Norvegia	143	6,1
	R. Cehoslovacă	140	5,8
	Olanda	140	5,8
III	Belgia	122	3,4
	Franța	120	3,0
	Marea Britanie	115	2,3
	Total Europa	147	6,7

punzători unei creșteri medii anuale a consumului de energie primară de 11,2—9,5%.

A doua categorie — cea mai mare — cuprinde țările cu indici de creștere variind între 156—140, relativ strîns grupați în jurul valorii indicelui mediu global european — de 147 — și avînd creșterile medii anuale corespunzătoare de 7,6 — 5,8%.

A treia grupă de țări are indicii consumului de energie primară, pe 1955, cuprinși în intervalul 122—115 și creșterile medii anuale corespunzătoare de 3,4—2,3%.

În afara și înaintea celor trei categorii de țări mai sus menționate se situează R. P. Romînă și Finlanda, țări cu indicii cei mai ridicați din Europa — de 322 și respectiv 200 pe anul 1955 — și cu creșterile medii anuale ale consumului de energie primară, în perioada considerată, de 22% și respectiv 12,3%.

În analiza comparativă de mai sus — și în tabela 10 — nu au fost incluse țările cu consum de energie primară sub 0,5% din totalul consumului european.

Din totalul resurselor energetice primare consumate în Europa, inclusiv U.R.S.S., în anul 1955, cota alocată producției de energie electrică reprezintă cca. 22,4%. Față de această valoare medie, ponderea energiei electrice în consumul global de resurse energetice, în diferitele țări din Europa, variază în limite foarte largi.

Dinamica consumului de energie primară în diferitele țări din Europa rezultă ca urmare a interacțiunii unei sume de factori tehnici, economici și geografici, care se manifestă fiecare în ansamblul condițiilor specifice ale țărilor respective. Analiza acestor factori și condiții depășește cadrul propus pentru prezenta lucrare.

3. Unele aspecte ale balanței resurselor de energiei primară în Europa în perioade 1949-1955

Balanța resurselor energetice primare, așa cum rezultă din compararea producției și consumului de energie primară în Europa în perioada 1949—1955, este redată în tabela 11.

După cum reiese din tabela 11, în întreaga perioadă analizată, balanța energetică globală a Europei — inclusiv U.R.S.S. — este deficitară. Deficitul de energie primară de $38,3 \times 10^6$ tcc în 1949 a crescut la $130,9 \times 10^6$ tcc în 1955, respectiv de la 3,8% la 8,9% din totalul consumului european de energie primară. Creșterea medie anuală a deficitului european reprezintă 0,7% din totalul consumului de energie.

Analizînd situația balanței de energie primară pe grupurile mari de țări din Europa, rezultă că deficitul crescînd în balanța energetică europeană se datorește situației energetice deficitare tot mai pronunțate a țărilor capitaliste din Europa, la care, în anul 1955, consumul de energie primară a depășit producția de resurse energetice cu cca. 158 mil. tcc, respectiv cu peste 20%. Deficitul global de energie primară, de 20% pe ansamblul țărilor capitaliste din Europa, reprezintă însă doar o cifră medie orientativă și nivelatoare. La multe țări capitaliste europene, deficitul de energie este mult mai accentuat. Astfel, în 1955, deficitul de energie primară în Franța s-a ridicat la 30,5%, în Italia și Olanda la 48,5% și în Suedia la peste 56% din totalul consumului corespunzător de energie primară. În perioada 1949—1955, creșterea medie anuală a deficitului de energie primară, pe ansamblul țărilor capitaliste europene, reprezintă 1,1% din consumul total corespunzător de resurse energetice.

Uniunea Sovietică are — în această perioadă — un deficit relativ mic. În anul 1955 acesta reprezenta 1,7% din consumul total de energie primară al U.R.S.S. În întreaga perioadă analizată, în U.R.S.S., se remarcă tendința echilibrării balanței de energie primară prin scăderea medie a deficitului cu cca. 0,1% pe an.

Celelalte țări socialiste, luate toate împreună, prezintă în această perioadă o balanță energetică excedentară, diminuînd astfel — în balanța

Tabela 11

Evoluția balanței de energie primară în Europa, în perioada 1949—1955

Continent (regiune)	Anul	Producția de energie primară 10^6 tcc.	Consumul de energ. primară 10^6 tcc.	Excedent (+) sau def. (−) de energ.		
				10^6 tcc	%	Variația medie anuală*) în %
Europa	1949	957,0	995,3	− 38,3	−3,8	+0,7
	1955	1336,7	1467,6	−130,9	−8,9	
Din care :						
1. U.R.S.S.	1949	249,1	255,1	− 6,0	− 2,4	−0,1
	1955	434,1	441,7	− 7,6	− 1,7	
2. Europa excl. U.R.S.S.	1949	707,9	740,2	− 32,3	− 4,4	+1,0
	1955	902,6	1025,9	−123,3	−12,0	
Din care :						
2. *a* țări socialiste	1949	183,3	146,1	+ 37,2	+25,4	−1,3
	1955	271,1	236,0	+ 35,1	+14,8	
2. *b* țări capitaliste	1949	524,6	594,1	− 69,5	−11,7	+1,1
	1955	631,5	789,9	−158,4	−20,1	

*) semnul (−) indică în cazul țărilor deficitare o scădere a deficitului, iar în cazul celor excedentare o scădere a excedentului de energie primară.

semnul (+) indică creșterea deficitului sau respectiv a excedentului de energie primară.

globală europeană — deficitul țărilor capitaliste. În grupul țărilor socialiste din Europa, balanța energetică excedentară optimă o prezintă R. P. Polonă cu un excedent de 35%, urmată de R.P.Romînă cu un excedent de 25% din totalul consumului respectiv de energie primară. Datorită însă faptului că în perioada analizată — în ansamblul acestor țări — consumul de energie primară a crescut mai repede decît producția de resurse energetice, excedentul global de energie primară al acestui grup de țări s-a micșorat de la 25,4% în anul 1949 la numai 14,8% în 1955. Scăderea medie anuală a excedentului de energie primară reprezintă în această perioadă 1,3% din totalul consumului energetic respectiv.

Evoluția balanței de energie primară în diferitele țări din Europa, în perioada 1949—1955, arată că din ansamblul țărilor capitaliste europene, numai Saar-ul mai prezenta în 1955 o balanță energetică excedentară. Marea Britanie și R.F.Germană, excedentare pînă în anul 1949 și respectiv 1953, au devenit și ele — începînd din acești ani — energetic deficitare. Toate celelalte țări capitaliste, după cum reiese și din tabela 12, sînt și rămîn energetic deficitare în întreaga perioadă analizată.

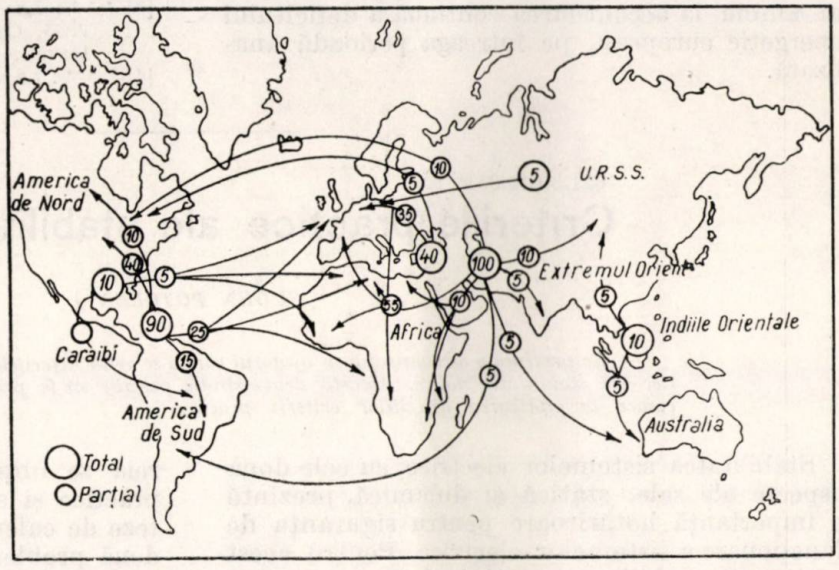


Fig. 8. Mișcarea generală a țițeiului pe glob, în anul 1955.

Tabela 12

Evoluția deficitului de energie primară în Europa, pe țări, în perioada 1949—1955

Nr. crt.	Țara	Deficitul de energie primară în 10^6 tcc. în anii	
		1949	1955
1.	Austria	4,2	1,3
2.	Belgia	2,9	7,6
3.	Danemarca	6,7	11,3
4.	Elveția	3,0	5,1
5.	Franța	28,3	32,3
6.	R.F. Germană	+14,6	5,3
7.	Finlanda	2,1	4,1
8.	Grecia	1,5	2,4
9.	Irlanda	2,5	3,2
10.	Italia	13,9	24,4
11.	Marea Britanie	+ 3,0	23,2
12.	Norvegia	2,9	4,5
13.	Olanda	5,6	12,1
14.	Portugalia	1,4	1,8
15.	Spania	2,2	4,5
16.	Suedia	10,4	17,0
	Total țări capitaliste	69,5	158,4
17.	R.P. Bulgaria	0,2	0,2
18.	R. Cehoslovacă	1,3	1,2
19.	R.D. Germană	+ 5,0	+ 6,3
20.	R.P.F. Iugoslavia	0,1	1,5
21.	R.P. Polonă	+28,5	+25,4
22.	R.P. Romînă	+ 5,2	+ 5,4
23.	R.P. Ungară	0	+ 0,7
	Total țări socialiste	+37,2	+35,1
	Total Europa*) (fără U.R.S.S.)	32,3	123,3
24.	U.R.S.S.	6,0	7,6
	Total Europa**) (incl. U.R.SS.)	38,3	130,9

*) inclusiv Saar și alte teritorii mici nespecificate separat.
**) excedent.

În grupul țărilor socialiste, Uniunea Sovietică și Republica Cehoslovacă prezintă deficite foarte mici — 1,5—2,5% din consum — cu tendințe de echilibrare, iar R.P. Polonă, R.D. Germană și R.P. Romînă au balanțe energetice excedentare pe întreaga perioadă considerată. R.P.F. Iugoslavia are în perioada 1949—55 o balanță energetică mai pronunțat deficitară.

În anul 1955, acoperirea deficitului global european de energie primară — de cca. 130 mil.tcc. — s-a făcut prin importul în țările capitaliste a cca. 25 milioane tone cărbune și cocs din S.U.A. și a cca. 80 milioane tone țiței și produse petrolifere din Venezuela, Orientul Mijlociu și alte regiuni petrolifere, așa cum se vede în „Mișcarea generală a țițeiului pe glob, în anul 1955", redată în fig. 8 [4].

Din analiza atentă a modului în care au evoluat balanțele energetice în țările Europei în perioada 1949—55, se desprind următoarele aspecte și tendințe:

1. În majoritatea țărilor europene, energetic deficitare, balanța resurselor de energie primară și-a accentuat caracterul ei deficitar. Numai puține țări energetice deficitare ca Austria, Cehoslovacia și Uniunea Sovietică și-au diminuat deficitul procentual de energie, tinzînd spre echilibrarea balanței energetice.

2. În țările europene cu balanța energetică excedentară are loc în această perioadă diminuarea continuă a excedentului procentual de

energie primară, existent la începutul perioadei considerate.

3. Toate aceste tendințe, ce acționează fiecare cu o pondere diferită asupra evoluției balanței energetice globale a Europei, duc în ansamblu la accentuarea continuă a deficitului energetic european, pe întreaga perioadă analizată.

Bibliografie

[1] * * *: *Annuaire statistique*, Nations Unies, N. York, 1950–1956.

[2] * * *: *Grundzahlen der Energiewirtschaft*, VDI Zeitschrift – B. 97, nr. 6/21, II (1955),

[3] * * *: *La situation de l'énergie électrique en Europe, en 1955*, Com. Econ. pour l'Europe, CEE, EP/Doc. de travail, nr. 61.

[4] * * *: La *Rivista dei Combustibili*, nr. 10 (1956), p. 776.

621.3.016.351

Criteriile practice ale stabilității statice

EUGEN POTOLEA)*

Se prezintă o demonstrație cu ajutorul căreia se obțin diferitele expresii ale criteriilor practice ale stabilității statice. Această demonstrație permite să se precizeze ipotezele de calcul necesare la aplicarea diferitelor criterii practice.

Stabilitatea sistemelor electrice, cu cele două aspecte ale sale, statică și dinamică, prezintă o importanță hotărîtoare pentru siguranța de funcționare a sistemelor electrice. Pentru acest motiv, atît stabilitatea statică, cît și stabilitatea dinamică formează obiectul multor lucrări de specialitate.

În ce privește stabilitatea statică, studiile sînt orientate, pe de o parte, către fundamentarea matematică a unor criterii riguroase și, pe de altă parte, către elaborarea unor criterii practice care să permită un calcul simplificat.

Criteriile riguroase ale stabilității statice rezultă din studiul stabilității micilor oscilații. În cazul general, al unui sistem de ecuații diferențiale, stabilitatea micilor oscilații se studiază trecînd mai întîi la ecuațiile cu variații și analizînd apoi rădăcinile ecuației caracteristice sau semnele coeficienților săi. Dacă nici una dintre rădăcini nu are o parte reală pozitivă, atunci oscilațiile sînt stabile, astfel încît din relațiile dintre rădăcini și coeficienți se obțin condițiile stabilității statice. Aceste condiții, care au o fundamentare matematică riguroasă, prezintă dezavantajul că sînt extrem de complexe și nu pot fi aplicate în mod practic la calculul stabilității sistemelor electrice.

Criteriile practice oferă posibilitatea efectuării unor calcule relativ simple, deoarece ele se bazează pe unele ipoteze simplificatoare de calcul. Majoritatea lucrărilor de specialitate prezintă aceste criterii practice, fără a scoate în evidență tocmai ipotezele de calcul. Atunci cînd se dă o fundamentare matematică a criteriilor practice [2] nu se face — totuși — legătura cu criteriile riguroase în scopul precizării acelorași ipoteze menționate.

În articolul de față, se prezintă — în prima parte — o demonstrație simplă, cu ajutorul căreia se obțin diferitele expresii ale criteriilor practice și se scot în evidență diferitele ipoteze de calcul. Cu această ocazie, se precizează două probleme ale stabilității statice, care trebuie studiate separat cu ajutorul criteriilor practice și anume:

— aprecierea stabilității unui punct de funcționare, care poate fi făcută pe baza semnului oricăruia dintre criteriile practice;

— determinarea punctelor critice, care trebuie făcută folosind pe rînd fiecare dintre criteriile practice și cu ipotezele de calcul corespunzătoare.

Partea a doua a articolului se bazează pe lucrările cunoscute [1], [2] și are drept scop completarea primei părți a demonstrației, astfel încît întreaga problemă a criteriilor practice să capete o prezentare unitară.

În ultima parte a articolului, se insistă asupra utilizării celor două categorii de criterii practice întîlnite în mod curent $dP/d\delta$ și dQ/dU. Cu această ocazie, se precizează ipotezele de calcul, pe baza demonstrației din prima parte a articolului.

1. Expresiile criteriilor practice

Fie un sistem electric, care cuprinde g — generatoare și c — consumatoare, plasate în cele $n = g + c$ noduri ale rețelei. Ecuațiile de funcționare în regim permanent se pot scrie sub forma bilanțurilor de puteri în punctele nodale ale sistemului:

— pe arborii generatoarelor:

$$P_{mi}(f) \simeq P_{gi}(f, E_{di}, \delta_i, U_i) \tag{1}$$

— pe barele generatoarelor:

$$\begin{aligned} P_{gi}(f, E_{di}, \delta_i, U_i) &= P_{gri}(f, U_1 \cdots, \vartheta_1 \cdots) \\ Q_{gi}(f, E_{di}, \delta_i, U_i) &= Q_{gri}(f, U_1 \cdots, \vartheta_1 \cdots) \end{aligned} \tag{2}$$

— pe barele consumatoarelor:

$$P_{cri}(f, U_1 \cdots \vartheta_1 \cdots) = P_{ci}(f, U_i) \tag{3}$$

---

*) Inginer, candidat în științe tehnice, lector la Institutul Politehnic din București.

Notațiile utilizate au următoarele semnificații:

P_{mi} — puterile motoarelor primare ale generatoarelor;

P_{gi}, Q_{gi} — puterile debitate de generatoare;

P_{gri}, Q_{gri} — puterile debitate de generatoare, exprimate în funcție de coordonatele generalizate ale rețelei;

P_{cri}, Q_{cri} — puterile absorbite de consumatoare, exprimate în funcție de coordonatele generalizate ale rețelei;

P_{cj}, Q_{cj} — puterile active și reactive absorbite de consumatoare;

$E_{di}\ (i = 1 \cdots g)$ — tensiunile electromotoare, considerate cunoscute, ale generatoarelor;

$\delta_i\ (i = 1 \cdots g)$ — decalajele dintre tensiunile electromotoare și tensiunile corespunzătoare din nodurile rețelei;

$U_i\ (i = 1 \cdots n)$ — tensiunile nodurilor rețelei;

$\vartheta_i\ (i = 1 \cdots n-1)$ — decalajele dintre tensiunile nodurilor rețelei și tensiunea luată ca referință a unui nod ales arbitrar;

f — frecvența curentului alternativ al sistemului.

Relațiile (1), (2), (3) formează un sistem de $3g + 2c$ ecuații cu $3g + 2c$ necunoscute, care reprezintă coordonatele generalizate ale sistemului. Este posibil ca unele dintre aceste coordonate să capete valori constante, ca urmare a acțiunii organelor de reglaj. Acesta este cazul frecvenței în sistemele prevăzute cu o centrală pentru reglajul frecvenței și al tensiunilor la bornele generatoarelor prevăzute cu regulatoare automate de tensiune. Fixarea unei coordonate generalizate înseamnă eliminarea uneia dintre necunoscutele sistemului studiat concomitent cu eliminarea unei ecuații care devine identitate. Astfel ecuația care reprezintă bilanțul puterilor active pe arborele generatorului prevăzut cu reglaj astatic de „frecvență — putere" devine o identitate ce trebuie eliminată o dată cu fixarea coordonatei f.

Pentru generatoarele prevăzute cu reglajul tensiunii s-ar părea că o dată cu fixarea coordonatei U trebuie să se elimine și una din ecuațiile corespunzătoare care exprimă bilanțul puterilor la bornele mașinii. Se observă însă că, prin fixarea mărimii U, se permite variația altei mărimi E_d, care va juca rolul de coordonată generalizată în locul lui U, așa încît nici una dintre ecuațiile de bilanț nu mai trebuie eliminată. În toate cazurile numărul coordonatelor rămase libere va fi egal cu numărul ecuațiilor din (1), (2), (3), care pot fi scrise simplificat, după cum urmează:

$$\left.\begin{aligned} \Delta P_{mi} &= P_{mi} - P_{gi} = 0; \\ \Delta P_{gi} &= P_{gi} - P_{gri} = 0; \\ \Delta Q_{gi} &= Q_{gi} - Q_{gri} = 0; \\ \Delta P_{cj} &= P_{crj} - P_{cj} = 0; \\ \Delta Q_{cj} &= Q_{crj} - Q_{cj} = 0. \end{aligned}\right\} \quad (4)$$

Stabilitatea soluțiilor sistemului (4) rezultă din analiza ecuațiilor cu variații, care se scriu ținînd seama de două particularități și anume:

— în cazul unui sistem de ecuații ce descriu regimul permanent, variațiile mărimilor pot fi înlocuite cu diferențialele corespunzătoare;

— la diferențierea ecuațiilor ce descriu regimul permanent, este necesar să se precizeze cauza care a provocat deplasarea punctului de funcționare.

Diferențiind sistemul (4), se obține:

$$\left.\begin{aligned} \cdots + \frac{\delta \Delta P_{mi}}{\delta x_k} \mathrm{d}x_k + \cdots\cdots\cdots\cdots &= 0; \\ \cdots + \frac{\partial \Delta P_{gi}}{\partial x_k} \mathrm{d}x_k + \cdots\cdots\cdots\cdots &= 0; \\ \cdots + \frac{\partial \Delta Q_{gj}}{\partial x_k} \mathrm{d}x_k + \cdots\cdots\cdots\cdots &= 0; \\ \cdots + \frac{\partial \Delta P_{cj}}{\partial x_k} \mathrm{d}x_k + \cdots\cdots\cdots\cdots &= 0; \\ \cdots + \frac{\partial \Delta Q_{cj}}{\partial x_k} \mathrm{d}x_k + \cdots\cdots\cdots\cdots &= 0; \end{aligned}\right\} \quad (5)$$

în care $x_1 \ldots x_k$ reprezintă coordonatele generalizate ale sistemului.

Deplasarea punctului de funcționare al unui sistem electric este cauzată, în mod normal, de variația puterilor active și reactive ale centrelor de producere și consum. Admițînd că deplasarea punctului de funcționare este cauzată de variația numai a puterii active sau reactive a unui singur centru de producere sau consum, rezultă că într-una din funcțiunile P_{mi}, Q_{gi}, P_{cj}, Q_{cj}, trebuie să intervină un parametru suplimentar λ. În aceste condiții, diferențierea ecuațiilor (4) trebuie făcută după cum urmează:

$$\left.\begin{aligned} \mathrm{d}\,\Delta P_{mi} &= \mathrm{d}\,(\Delta P_{mi})_{\lambda=c} + \frac{\partial \Delta P_{mi}}{\partial \lambda} \mathrm{d}\lambda = 0; \\ \mathrm{d}\,\Delta Q_{gi} &= \mathrm{d}\,(\Delta Q_{gi})_{\lambda=c} + \frac{\partial \Delta Q_{gi}}{\partial \lambda} \mathrm{d}\lambda = 0; \\ \mathrm{d}\,\Delta P_{cj} &= \mathrm{d}\,(\Delta P_{cj})_{\lambda=c} + \frac{\partial \Delta P_{cj}}{\partial \lambda} \mathrm{d}\lambda = 0; \\ \mathrm{d}\,\Delta Q_{cj} &= \mathrm{d}\,(\Delta Q_{cj})_{\lambda=c} + \frac{\partial \Delta Q_{cj}}{\partial \lambda} \mathrm{d}\lambda = 0. \end{aligned}\right\} \quad (6)$$

Ţinînd seamă de cele arătate mai sus, rezultă că în partea dreaptă a uneia dintre ecuaţiile sistemului (5) intervine un termen suplimentar, datorit variaţiei lui λ şi anume :

$$dy_l = -\frac{\partial \Delta S_l}{\partial \lambda} \mathrm{d}\lambda = d\,(\Delta S_l)_{\lambda=c} \tag{7}$$

în care s-a notat :

$$\Delta S_l = \Delta P_{mi},\ \Delta Q_{gi},\ \Delta P_{cj},\ \Delta Q_{cj}.$$

Rezolvînd sistemul (5) în raport cu fiecare dintre diferenţele coordonatelor generalizate, se obţin relaţii de forma :

$$\mathrm{d}x_k = \frac{A_{kl}}{D}\, dy_l \tag{8}$$

în care s-a notat :

$$x_k = f,\ \delta_i,\ U_i,\ \vartheta_i;$$

$$y_l = \mathrm{d}(\Delta P_{mi})_{\lambda=c},\ \mathrm{d}(\Delta Q_{gi})_{\lambda=c},$$

$$\mathrm{d}(\Delta P_{cj})_{\lambda=c},\ \mathrm{d}(\Delta Q_{cj})_{\lambda=c};$$

D este determinantul sistemului ;

A_{kl} — minorul corespunzător coloanei $\mathrm{d}x_k$ şi liniei lui $\mathrm{d}y_l$.

Relaţia (8) poate fi scrisă sub forma :

$$\frac{dy_l}{dx_k} = \frac{D}{A_{kl}} \tag{9}$$

care reprezintă tocmai expresia generală a diferitelor criterii practice.

Condiţia $D \neq 0$, necesară pentru ca diferenţiala unei coordonate generalizate să nu capete valori nelimitate, reprezintă totodată condiţia necesară pentru ca sistemul electric să fie stabil şi este analogă cu condiţia :

$$\frac{dy_l}{dx_k} \neq 0. \tag{10}$$

La limită, în punctul critic, se obţine condiţia $D = 0$ analogă cu condiţia :

$$\frac{dy_l}{dx_k} = 0, \tag{11}$$

care, împreună cu sistemul (4), permite determinarea celor $3g + 2c$ coordonate şi a parametrului suplimentar λ.

Pentru considerente ce vor fi expuse mai jos, studiul sistemelor electrice se face — în mod practic — folosind numai două categorii dintre expresiile (9) şi anume :

$$\left.\begin{aligned} &\frac{d\,(\Delta P_{mi})_{\lambda=c}}{d\delta_i}\ ; \\ &\frac{d\,(\Delta Q_{cj})_{\lambda=c}}{dU_j}, \end{aligned}\right\} \tag{12}$$

cunoscute sub numele de criterii practice : $\mathrm{d}P/\mathrm{d}\delta$ şi $\mathrm{d}Q/\mathrm{d}U$.

Cu ajutorul criteriilor practice, pot fi studiate două probleme distincte ale stabilităţii statice, şi anume :

— aprecierea stabilităţii unor puncte date de funcţionare ;

— determinarea anumitor puncte critice ale sistemului electric.

Aprecierea stabilităţii unor puncte date de funcţionare înseamnă precizarea domeniului stabil sau instabil în care ele se situează aşa cum rezultă din analiza semnelor criteriilor practice. Condiţia necesară, dar nu şi suficientă (10), nu precizează semnele criteriilor practice, însă ea permite să se afirme că aprecierea stabilităţii se poate face folosind oricare dintre criteriile practice, deoarece ele conduc la aceeaşi condiţie necesară $D \neq \mathrm{O}$.

Punctele critice ale sistemului sînt determinate cu ajutorul condiţiei (11) la care se adaugă ecuaţiile (4) ale sistemului. Este evident că această condiţie (11) poate fi scrisă numai după ce s-a făcut o anumită ipoteză asupra felului cum sistemul tinde către punctul critic, adică după ce s-a precizat funcţiunea P_{mi}, Q_{gi}, P_{cj}, Q_{cj}, în care apare parametrul λ.

Criteriile practice menţionate corespund la două ipoteze de trecere a sistemului către punctul critic, conform cărora parametrul λ apare în funcţiunile P_{mi} sau Q_{cj} şi care scot în evidenţă două cauze care provoacă instabilitatea şi anume :

— creşterea puterii active a unui generator pînă la „desprinderea" lui de pe barele sistemului ;

— creşterea puterii reactive a unui consumator pînă la „răsturnarea" lui de pe barele sistemului.

Desprinderea unui generator sau răsturnarea unui consumator pot provoca instabilitatea întregului sistem în cazul cînd legătura dovedită instabilă nu este înlăturată de către dispozitivele automate de protecţie. În sensul celor de mai sus, criteriile practice $dP/\mathrm{d}\delta$ sau $\mathrm{d}Q/\mathrm{d}U$ dau posibilitatea studierii stabilităţii legăturilor dintre un sistem considerat în ansamblu şi diferite centre de producere sau consum.

2. Semnele criteriilor practice

Pentru determinarea semnelor criteriilor practice, este necesar să se ia în considerare nu numai regimul permanent de funcţionare, ci şi regimurile mai generale ale unor procese tranzitorii. Dintre procesele tranzitorii ce apar în sistemele electrice, o influenţă hotărîtoare asupra stabilităţii o au — în special — pendulările rotoarelor generatoarelor. Neglijînd amortizările şi procesele tranzitorii de natură electromagnetică, aceste pendulări pot fi descrise prin ecuaţii operaţionale de forma :

$$\Delta P_{mi} = K_i\, p^2\ \delta_i, \tag{13}$$

în care K_i este o constantă pozitivă.

Înlocuind primele relații din (4) cu relațiile (13), se obține un sistem de ecuații diferențiale, care descriu regimurile tranzitorii considerate. Ecuațiile cu variații se obțin, în acest caz, fără a mai introduce nici o ipoteză asupra cazurilor care au provocat deplasarea punctului de funcționare. Determinantul sistemului de ecuații cu variații, adică al sistemului de ecuații care descriu micile oscilații, va căpăta forma operațională :

$$D(p) = \begin{vmatrix} a_{11}-K_1p^2 & a_{12} \dots a_{1k} \dots 2_{1n} \\ c_{21}\, a_{22}-k_2p^2 & \dots a_{2k} \dots a_{2n} \\ \vdots & \\ a_{l1} & a_{l2} \dots a_{lk} \dots a_{ln} \\ \vdots & \\ a_{n1} & a_{n2} \dots a_{nk} \dots a_{nn} \end{vmatrix} \qquad (14)$$

Din analiza semnelor rădăcinilor ecuației caracteristice

$$D(p) = A_r\, p^r + A_{r-1}\, p^{r-1} + \dots A_1 p + A_0 = 0, \qquad (15)$$

rezultă condiția de stabilitate [2] :

$$\frac{A_0}{A_r} > 0. \qquad (16)$$

Determinantul (14) corespunde sistemului considerat în ansamblu, adică inclusiv legătura a cărei stabilitate se studiază. Dacă, în acest determinant, se suprimă coloana k — corespunzătoare ecuației din punctul de legătură, atunci determinantul corespunde unui sistem cu coordonata x_k fixată. Ecuația caracteristică a sistemului cu coordonata x_k fixată :

$$A_{kl}(p) = B_s p^s + B_{s-1}p^{s-1} + \dots B_s\, p + B_0 = 0 \qquad (17)$$

conduce la condiția :

$$\frac{B_0}{B_s} > 0. \qquad (18)$$

Dacă se consideră că sistemul cu coordonata x_k fixată este stabil și — deci — condiția (18) este îndeplinită, atunci pentru sistemul cu toate coordonatele libere se obține din (16) și (18)

$$\frac{A_0}{A_r} : \frac{B_0}{B_s} > 0,$$

sau :

$$\operatorname{semn}\left(\frac{A_0}{B_0}\right) = \operatorname{semn}\left(\frac{A_r}{B_r}\right) \qquad (19)$$

Rapoartele ce intervin în condiția (19) pot fi determinate din relațiile :

$$\left.\begin{aligned} \frac{A_0}{B_0} &= \frac{D(0)}{A_{kl}(0)}\,; \\ \frac{A_r}{\cdot} &= \frac{D(\infty)}{A_{kl}(\infty)} \end{aligned}\right\} \qquad (20)$$

Prima relație din (20) conduce la expresia (9) a criteriilor practice :

$$\frac{A_0}{B_0} = \frac{dy_l}{dx_k}. \qquad (21)$$

A doua relație din (20) indică metoda de calcul a coeficienților A_r și B_s, cu ajutorul determinanților $D(p)$ și $A_k\, l(p)$. În adevăr, dacă în determinanții respectivi se păstrează, pe fiecare coloană, numai termenii care conțin operatorul p la puterile cele mai mari, atunci se obțin după efectuarea calculelor tocmai coeficienții A_r și B_s. Un asemenea procedeu înseamnă, de fapt, determinarea raportului A_0/B_0 pentru sistemul electric în care s-au fixat toate coordonatele δ_i, adică toate coordonatele cărora li se aplică operatorul p. Aceste coordonate pot fi denumite inerțiale, spre deosebire de celelalte care pot fi denumite neinerțiale. În consecință, raportul A_r/B_s poate fi scris sub forma :

$$\frac{A_r}{B_s} = \left(\frac{A_0}{B_0}\right)_{f.\,c.\,i.}, \qquad (22)$$

în care indicele *f.c.i.* înseamnă fixarea coordonatelor inerțiale.

Ținînd seama de relațiile (21) și (22), condiția (19) capătă forma :

$$\operatorname{semn}\left(\frac{dy_l}{dx_k}\right) = \operatorname{semn}\left(\frac{dy_l}{dx_k}\right)_{f.\,c.\,i.}, \qquad (23)$$

Se obțin rezultate diferite după cum coordonata x_k, ce intervine în criteriul practic, este inerțială sau neinerțială.

În cazul cînd coordonata x_k este inerțială, se obține :

$$\frac{A_r}{B_r} = \left(\frac{dy_l}{dx_k}\right)_{f.\,c.\,i.} = -K_k. \qquad (24)$$

Mărimea K_k fiind o constantă susceptibilă numai de valori pozitive, rezultă din (23) și (24)

$$\frac{dy_l}{dx_k} > 0, \qquad (25)$$

sau în caz particular :

$$\frac{d(\Delta P_{mi})_{\lambda=c}}{d\delta_i} < 0. \qquad (26)$$

În cazul cînd coordonata x_k este neinerțială, se obține :

$$\frac{A_r}{B_s} = \left(\frac{dy_l}{dx_k}\right)_{f.\,c.\,i.} = \frac{d}{d_{kl}}, \qquad (27)$$

în care :

d este determinantul obținut din D după suprimarea coloanelor coordonatelor inerțiale și a unor linii corespunzătoare ;

d_{kl} — minorul obținut din determinantul d, prin suprimarea coloanei k și a liniei l.

Întrucît raportul d/d_{kl} rezultă pozitiv pentru toate sistemele electrice întîlnite în practică, se poate considera justificată condiția ce rezultă în acest caz din (23) și (27)

$$\frac{dy_l}{dx_k} > 0, \tag{28}$$

sau în caz particular:

$$\frac{d(\Delta Q_{cj})_{\lambda=c}}{dU_j} > 0 \tag{29}$$

Criteriile practice astfel obținute (26) și (29) au căpătat o largă utilizare la studiul stabilității sistemelor electrice. Este deosebit de important să se precizeze că aceste criterii dau rezultate corecte numai în ipoteza că este îndeplinită condiția (18), adică numai în ipoteza că sistemul studiat este stabil atunci cînd una dintre coordonatele x_k se consideră fixată.

3. Utilizarea criteriilor practice

Oricare dintre criteriile practice dă posibilitatea aprecierii stabilității statice a unui sistem, în ipoteza că el este stabil atunci cînd se fixează o coordonată x_k. În cazul cînd valabilitatea acestei ipoteze nu rezultă în mod evident, devine necesar să se cerceteze mai întîi stabilitatea sistemului cu o coordonată fixată, care poate fi apreciată numai în ipoteza că sistemul cu două coordonate fixate este stabil. Raționînd în acest mod, se fixează pe rînd coordonatele, pînă cînd se ajunge la un sistem cu un număr redus de grade de libertate, a cărui stabilitate este evidentă. În continuare, cercetarea stabilității se face din aproape în aproape, eliberînd pe rînd cîte una dintre coordonatele fixate. Este posibil să se obțină instabilitate înainte de a ajunge la eliberarea tuturor coordonatelor, ceea ce arată că sistemul inițial cu toate coordonatele libere este de asemenea instabil.

Criteriile practice $\mathrm{d}P/\mathrm{d}\delta$ și $\mathrm{d}Q/\mathrm{d}U$ permit determinarea anumitor puncte critice ale sistemului electric, a cărui stabilitate a fost verificată. Determinarea punctelor critice se poate face fie prin calcule analitice, fie prin metoda frecvent întîlnită a calculelor grafico-analitice.

La aplicarea criteriului $\mathrm{d}P/\mathrm{d}\delta$ se consideră că puterea activă a unui generator variază în așa fel încît unghiul δ_i tinde către valoarea corespunzătoare din punctul critic. Se iau cîteva valori arbitrare P_{mi} și se fac toate calculele pentru trasarea curbelor P_{mi} (δ_i), P_{gi} (δ_i) și apoi ΔP_{mi} (δ_i). Valoarea critică a unghiului δ_{icr} se obține grafic prin construirea tangentei paralele cu axa δ_i la curba ΔP_{mi} (δ_i)

La aplicarea criteriului $\mathrm{d}Q/\mathrm{d}U$, se consideră că puterea reactivă a consumatorului studiat variază în așa fel încît tensiunea U_j tinde către valoarea corespunzătoare punctului critic. Se iau cîteva valori arbitrare Q_{cj} și se fac toate calculele pentru a trasa curbele Q_{cri} (U_j), Q_{cj} (U_j) și apoi ΔQ_{ci} (U_j). Valoarea critică a tensiunii U_{jcr} se obține grafic prin construirea tangentei paralele cu axa U_j la curba ΔQ_{cj} (U_j).

La studiul stabilității unui sistem, nu este necesar să se determine toate punctele critice care ar rezulta din aplicarea criteriilor $\mathrm{d}P/\mathrm{d}\delta$ și $\mathrm{d}Q/\mathrm{d}U$, ci numai acelea a căror probabilitate

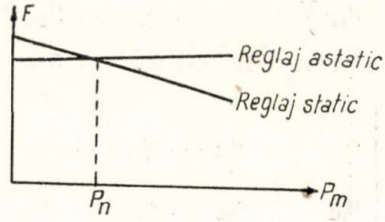


Fig. 1. Caracteristicile de putere ale motorului primar.

de realizare este mai mare. Alegerea criteriului și a legăturilor care trebuie studiate se face pe baza unei aprecieri preliminare asupra cauzelor care ar putea provoca instabilitatea. Astfel, în cazul unui sistem întins și cu deficit de putere activă, este de așteptat ca instabilitatea să se producă din cauza desprinderii unui generator, iar în cazul unui sistem concentrat și cu deficit de putere reactivă este de așteptat ca instabilitatea să se producă din cauza răsturnării unui consumator.

Calculele analitice necesare pentru construirea prin puncte a curbelor ΔP_{mi} (δ_i) și ΔQ_{cj} (U_j) sînt, în general, deosebit de laborioase. Una dintre cauzele care complică foarte mult calculele este variația frecvenței în sistem. O simplificare esențială se poate aduce făcîndu-se ipoteza că frecvența sistemului este constantă.

Fixarea frecvenței sistemului electric este echivalentă cu introducerea ipotezei unui generator „adaptabil" sau a unui consumator „adaptabil" după puterea activă. Generatorul sau consumatorul considerat își adaptează puterea activă după cerințele rețelei, în așa fel încît frecvența să rămînă constantă. Ecuația corespunzătoare care exprimă bilanțul puterilor active pe barele generatorului sau ale consumatorului „adaptabil" devine o identitate ce se elimină o dată cu fixarea, adică eliminarea coordonatei f.

Fixarea frecvenței ar putea corespunde cu o realitate fizică cînd sistemul electric ar poseda un generator prevăzut cu un reglaj astatic ideal de frecvență (fig. 1). Deoarece acest reglaj ideal nu se întîlnește însă în mod practic, rezultă că generatorul „adaptabil" rămîne numai o ipoteză simplificatoare de calcul.

Ipoteza consumatorului „adaptabil" se dovedește apropiată de realitate, dat fiind alura caracteristicilor statice de putere (fig. 2). În

adevăr, se observă că la creşterea puterii reactive a consumatorului, adică la deplasarea pe caracteristicile punctate (punctele *1*, *2*, *3* şi *4*), tensiunea scade şi în mod corespunzător scade puterea activă absorbită de consumator. Dacă această scădere de putere activă este egală cu creşterea pierderilor de putere activă provocată

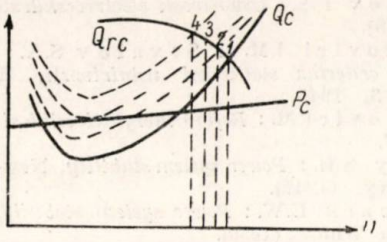


Fig. 2. Caracteristicile statice de putere ale consumatorului.

de transferul puterii reactive suplimentare, atunci rezultă că bilanţul puterilor active în sistem rămîne neschimbat. Consumatorul, prin variaţia puterii sale active după caracteristica statică, menţine constant bilanţul puterilor în sistem şi, deci, poate fi considerat consumator „adaptabil".

Din cele de mai sus, rezultă că atît generatorul „adaptabil", cît şi consumatorul „adaptabil" sînt două ipoteze simplificatoare. Rezultatele calculului sînt apropiate de realitate în cazul cînd aceste două ipoteze se introduc după cum urmează :

— la aplicarea criteriului $dP/d\delta$, se consideră drept generator „adaptabil" unul dintre generatoarele mai puternice, care posedă o caracteristică de reglaj apropiată de caracteristica astatică ;

— la aplicarea criteriului dQ/dU, se consideră drept consumator „adaptabil" tocmai consumatorul pe barele căruia se studiază stabilitatea.

a) *Aplicarea criteriului* $dP/d\delta$. Fie un sistem electric complex care tinde către un punct critic, datorită variaţiei puterii active a unui generator. Se face ipoteza că există un generator „adaptabil" şi deci frecvenţa sistemului este constantă. În acest caz, puterile motoarelor primare ale celorlalte generatoare rămîn constante, iar criteriul practic (26) capătă forma :

$$\frac{dP_g}{d\delta} > 0. \qquad (30)$$

Pentru trasarea prin puncte a curbei $P_g(\delta)$ se iau cîteva valori arbitrare $P_m = 1{,}1\,P_{m0}, 1{,}2\,P_{m0}$ ... şi se determină noile regimuri de funcţionare cum şi unghiurile δ, în aşa fel încît :

— puterile active ale generatoarelor să rămînă constante cu excepţia generatorului adaptabil, care va prelua excesul de putere activă ;

— tensiunile la bornele generatoarelor prevăzute cu reglaj automat de tensiune să rămînă constante atîta timp cît forţa electromotoare nu atinge valoarea maximă $E_d = E_{dmax}$; în continuare, forţa electromotoare rămîne constantă, iar tensiunea la borne devine variabilă ;

— puterile consumatoarelor să varieze în funcţie de tensiune, conform caracteristicilor statice.

Calculul noilor regimuri de funcţionare devine deosebit de laborios, în special, datorită neliniarităţii caracteristicilor statice ale consumatoarelor. Pentru acest motiv, este justificată tendinţa actuală de a se găsi metode cît mai simple de calcul al stabilităţii statice prin introducerea unor consumatori echivalenţi [7].

Curba $P_g(\delta)$ are aspectul din fig. 3, în care s-a determinat punctul critic prin construirea tangentei paralele cu axa δ. După determinarea grafică a unghiului δ şi a puterii P_{gcr}, se poate trece apoi la determinarea prin calcul analitic a tuturor celorlalte coordonate generalizate, corespunzătoare punctului critic studiat.

b) *Aplicarea criteriului* dQ/dU. Fie un sistem electric complex, care tinde către punctul critic datorită variaţiei puterii reactive a unui consumator. Se face ipoteza că acest consumator este „adaptabil".

Pentru a trasa prin puncte curba $Q_{cr}(U)$ se iau cîteva valori arbitrare $Q_c = 1{,}1\ Q_{c0}$, $1{,}2\ Q_{c0}$ ... şi se determină noile regimuri de funcţionare, cum şi tensiunile U în aşa fel încît :

— puterile active ale generatoarelor să rămînă constante, iar excesul de putere activă să fie repartizat consumatorului „adaptabil" ;

— tensiunile la bornele generatoarelor prevăzute cu reglaj automat de tensiune să rămînă constante atîta timp cît forţa electromotoare

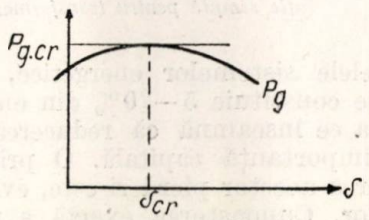


Fig. 3. Aplicarea criteriului $dP/d\delta$.

nu atinge valoarea maximă ; în continuare, forţa electromotoare rămîne constantă, iar tensiunea la borne devine variabilă ;

— puterile consumatoarelor să varieze în funcţie de tensiune, conform caracteristicilor statice.

Curba $Q_{cr}(U)$ are aspectul din fig. 4, în care s-a trasat şi caracteristica $Q_c(U)$. Punctul critic se poate determina fie ducînd tangenta la curba $\Delta Q_c(U)$, fie deplasînd caracteristica $Q_c(U)$ pînă în momentul în care devine tangentă la curba $Q_{cr}(U)$. După determinarea grafică a tensiunii U_{cr} şi a puterii $Q_{cr.cr}$ se poate trece la determinarea prin calcul analitic a tuturor celorlalte coordonate generalizate corespunzătoare punctului critic studiat.

În încheiere, se impune o observație referitoare la semnul criteriului practic dQ/dU. În fig. 4, s-au reprezentat puterile reactive debitate de rețea și absorbite de consumator prin valori pozitive, la fel ca și în cazul puterilor active.

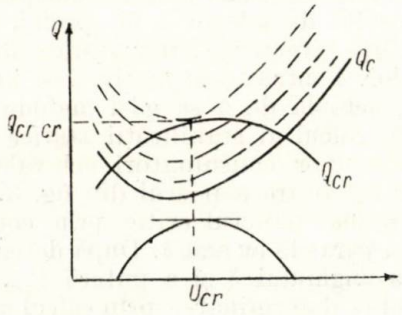


Fig. 4. Aplicarea criteriului dQ/dU.

Se știe însă că, datorită unei convenții, puterile reactive considerate sînt de semne contrare celor active. Ținînd seamă de această convenție, ar trebui ca diagrama din fig. 4 să fie construită în cadranul *4* al axelor de coordonate, iar semnul criteriului practic să se schimbe astfel încît să se ajungă la condiția întîlnită în mod curent:

$$\frac{d(\Delta Q_{cj})_{\lambda=c}}{dU_j} < 0 \qquad (31)$$

Bibliografie

[1] Jdanov P.S.: *Ustoicivosti electriceskih sistem*, G.E.E. (1948).

[2] Marcovici I.M. și Sovalov S.A.: *O practiceskih criteriah staticeskoi ustoicivosti*, Electricestvo, nr. 3, 1945.

[3] Marcovici M.: *Rejimi energheticeskih sistem*, G.E.I., 1957.

[4] Crary S.B.: *Power system stability*, New-York, John Willey, (1947).

[5] Kimbark E.W.: *Power system stability*, New-York, John Willey, (1950).

[6] Bercovici M.: *Repartiția optimă a sarcinilor active și reactive între centralele unui sistem energetic*, Comunicarea în sesiunea științifică din 1955 a Academiei R.P.R.

[7] Dimo P.: *O cale nouă pentru aprecierea stabilității sistemelor electrice*. Studii și cercetări de energetică, nr. 1—2 (1955).

[8] Manea F.: *Despre criteriile stabilității statice ale sistemelor electrice*, Studii și cercetări de energetică, nr. 3, (1956).

[9] Ministerul Centralelor electrice al U.R.S.S.: *Calculul stabilității statice a sistemelor electrice*, Oficiul de presă, editură și documentare M.E.E.I.E.

621.317.785:621.6.017

Contor de pierderi

DAVID FRANKEL *)

Se prezintă metodele de măsurare a pierderilor de energie pe linie și se propune o soluție simplă pentru transformarea contorului de inducție monofazat în contor I^2/h

În rețelele sistemelor energetice, pierderile de energie constituie 5—20% din energia produsă, ceea ce înseamnă că reducerea lor prezintă o importanță capitală. O primă etapă în reducerea acestor pierderi este, evident, măsurarea lor. Cunoașterea exactă a pierderilor în rețelele complexe de înaltă tensiune permite, bunăoară, găsirea unei repartiții mai raționale a sarcinii.

Instrucțiunile Departamentului Energiei Electrice, referitoare la stabilirea, normarea și reducerea pierderilor de energie electrică în rețelele sistemelor energetice, analizînd metodele de măsurare cunoscute ale acestora, recomandă „studierea amenajării în țară a unor contoare existente în contoare I^2 — ore".

În cele ce urmează, după ce se trec în revistă metodele indicate în literatură, se propune o schemă simplă, realizabilă cu un contor de inducție de energie activă monofazat, la care înfășurarea de tensiune se înlocuiește cu o a doua înfășurare de curent.

*) Inginer și conferențiar la Institutul Politehnic Timișoara.

Metode de măsurare a pierderilor de energie în rețele

Într-un sistem trifazat cu trei conductoare, energia pierdută pe o porțiune a unei linii de transport sau de distribuție care nu are ramificații, de exemplu, între o substație și primul consumator, este egală (dacă se neglijează pierderile în conductanțele liniilor față de pămînt) cu energia electromagnetică transformată în energie interioară prin intermediul căldurii în conductoarele de linie. Presupunînd că rezistențele celor trei conductoare ale liniei sînt egale $R_a = R_b = R_c = R$, pierderea de energie pe intervalul de timp $t_2 - t_1$, este:

$$W = \int_{t_1}^{t_2} (I_a^2 + I_b^2 + I_c^2)\, R\,dt = 3R \int_{t_1}^{t_2} I^2\, dt,$$

în care: I_a, I_b și I_c sînt valorile efective ale curenților de linie presupuși simetrici în cele ce urmează: $I_a = I_b = I_c = I$ (fig. 1).

Aceste pierderi pot fi sau calculate pe baza indicațiilor unor ampermetre ori ale unor contoare de energie activă, sau măsurate direct cu contoare I^2 — ore.

Prin indicațiile I_k ale unui ampermetru, citite, de exemplu, din oră în oră, se poate cal-

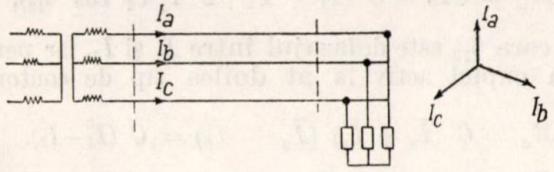


Fig. 1

cula pierderea de energie, efectuînd însumarea energiilor corespunzătoare:

$$W = 3R \sum_{k=1}^{k=24} I_{k^2}^{A} \, 10{-}3 \text{ kWh}.$$

Metoda este afectată evident de erori mari în cazul cînd curentul variază în limite largi în intervalele dintre două citiri și aplicarea ei este limitată la instalații cu personal de deservire permanent.

Pierderile de energie se pot măsura și cu ajutorul unei perechi de contoare de energie activă (sau dacă transportul de energie poate avea loc în ambele sensuri, cu ajutorul a două perechi de contoare). Se citesc simultan indicațiile celor două contoare de energie montate la extremitățile porțiunii de linie, unul la substație și celălalt la consumator, de exemplu diferența energiilor măsurate de cele două contoare este, evident, egală cu pierderile pe linie:

$$w = W_1 - W_2$$

Metoda prezintă dezavantajul că erorile medii ale contoarelor sînt de ordinul de mărime al pierderilor de energie; deci, pentru ca la formarea diferenței energiilor măsurate să nu se producă erori inadmisibile este necesar să se etaloneze contoarele la erori egale și de același sens la 10%, 50% și 100% din sarcină, pentru cos $\varphi = 1$ și 0,5, ceea ce este foarte greu de realizat. Un exemplu poate fi concludent. Se admite un consum de 1 000 kWh și 5% pierderi de energie pe linie; eroarea socotindu-se de −10% la contorul de substație și +10% la contorul consumatorului. Primul contor care măsoară energia de 1 050 kWh va indica cu 1% mai puțin: $W_1 = 1\,039{,}5$ kWh; al doilea care măsoară energia de 1 000 kWh va indica cu 1% mai mult: $W_2 = 1\,010$ kWh, deci $w = W_1 - W_2 = 29{,}5$ kWh Eroarea este de peste 40%.

Cu contoare I^2-ore, valoarea pierderilor pe linie se determină direct și cu erori mult mai mici.

Literatura consultată indică două tipuri de contoare I^2-ore de curent alternativ, realizate prin o astfel de modificare și conectarea unor contoare de inducție de energie activă monofazate, încît numărul de rotații ale discului pe intervalul de timp $t_2 - t_1$ să devină proporțională cu $\int_{t_1}^{t_2} I^2 \, dt$, deci cu pierderile de energie pe linie.

Se știe că, dacă se presupune frecvența constantă, cuplul activ al contorului de inducție este proporțional cu produsul fluxurilor magnetice ale circuitelor magnetice paralel Φ_{II} și serie Φ_I, cum și ale sinusului unghiului dintre ele ψ.

$$M_a = C' \, \Phi_{II} \, \Phi_I \sin \psi,$$

Dacă se neglijează partea necompensată a cuplului de frecare în raport cu cuplul activ și cuplurile de frînare corespunzătoare fluxurilor Φ_{II} și Φ_I, în raport cu cuplul creat prin interacțiunea fluxului Φ_m a magnetului permanent și curenții induși în discul rotitor ($M_r = C_m \, \Phi_m^2 \, n$), echilibrul, adică turația constantă, se stabilește cînd $M_a - M_r = 0$. Așadar, turația n în rot/min este proporțională cu cuplul activ:

$$n = \frac{M_a}{C_m \Phi_m^2} = C M_a.$$

Contorul de energie activă, transformat în contor I^2 — oră, trebuie deci să aibă cuplul activ proporțional cu pătratul curentului de linie și destul de mare pentru a imprima discului o turație corespunzătoare. În acest caz, se poate determina o constantă C_{I2} al cărei produs, prin numărul N de ture efectuat pe intervalul de timp $t_2 - t_1$, să dea valoarea pierderilor pe linie $3 \, R \int_{t_1}^{t_2} I^2 \, dt$.

La primul tip de contor I^2—oră, se înlocuiește înfășurarea de tensiune cu o a doua înfășurare de curent, se leagă în serie cu înfășurarea de curent I nemodificată și se alimentează cu unul dintre curenții de linie I_a, de exemplu. La unghiul ψ constant, fluxurile Φ_{II} și Φ_I fiind proporționale cu același curent I_a, cuplul activ este proporțional cu pătratul curentului. Dificultatea constă în faptul că acest cuplu este foarte mic. Într-adevăr fluxul Φ_I, respectiv Φ_{II}, sînt defazați cu unghiurile α_I respectiv α_{II}, față de curentul din bobine. Aceste unghiuri sînt diferite între ele, datorită faptului că pierderile în fier și fluxurile de dispersie sînt diferite la cele două circuite magnetice, dar diferența lor $\alpha = \alpha_{II} - \alpha_I$ egală cu defazajul Ψ dintre fluxuri este mică — în jur de 20° (fig. 2). Pentru a mări defazajul dintre fluxuri, se folosesc diferite scheme. De exemplu,

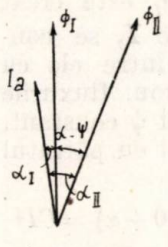


Fig. 2

se leagă — în paralel cu înfăşurarea *II* modificată — o rezistenţă. În acest caz, înfăşurarea *II* este parcursă de curentul I_a, defazat cu β faţă de I_a, deci defazajul dintre cele

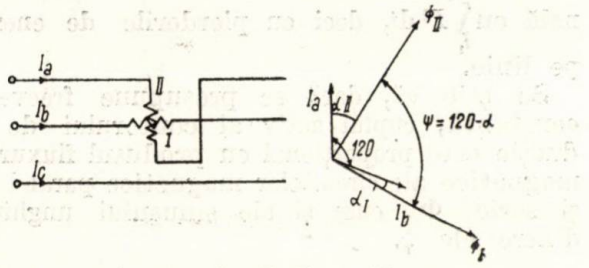


Fig. 3

două fluxuri creşte cu β: $\psi = \beta + \alpha$. (fig. 3). Cuplul activ devine astfel:

$$M_a = C' I_a^2 \sin(\alpha+\beta) = CI^2$$

La al doilea tip de contor I^2 — oră indicat în literatură [3], atît pe miezul *I* cît şi pe miezul *II* sînt montate cîte două înfăşurări *I'*, *I''*, *II'*, *II''*, conectate în aşa fel (fig. 4) încît în-

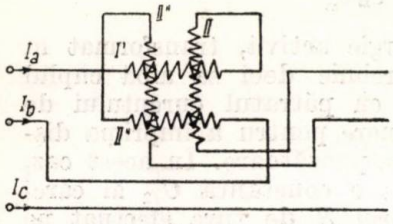


Fig. 4

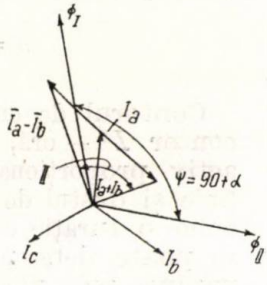


Fig. 5

făşurările *I'*, respectiv *I''*, să fie parcurse de curenţii I_a, respectiv I_b, iar înfăşurările *II'*, respectiv *II''*, de curenţii I_a, respectiv I_b. Din diagrama corespunzătoare acestei scheme (fig. 5), în care fluxul Φ_{II} este creat de $\bar{I}_a + \bar{I}_b = \bar{I}$ din înfăşurările *II*, iar fluxul Φ_I este creat de $\bar{I}_a - \bar{I}_b = \sqrt{3}\bar{I}$ din înfăşurările *I*, se constată că fluxurile sînt defazate între ele cu $\varphi = 90 + \alpha$. Presupunînd din nou fluxurile proporţionale cu curenţii şi unghiul ψ constant, rezultă un cuplu activ proporţional cu pătratul curentului:

$$M_a = C' (\bar{I}_a + \bar{I}_b)(\bar{I}_a - \bar{I}_b) \sin(90+\alpha) = CI^2$$

Eroarea care apare la încărcarea nesimetrică în cazul cînd $\sin\alpha = 0$ se exprimă prin componentele simetrice, directe I_1 şi inverse I_2, ale sistemului curenţilor de linie. Se ţine seamă de relaţiile: $I_a = I_1 + I_2$;

$$I_b = a^2 I_1 + a I_2;$$
$$I_c = a I_1 + a^2 I_2;$$

în care:

$$a = e^{j\frac{2\pi}{3}}.$$

Din calcule se obţine pentru:

$I_a^2 + I_b^2 + I_c^2 = 3\,(I_1^2 + I_2^2)$ cuplul activ:

la primul tip de contor

$$M_a = CI_a^2 = C\,(I_1^2 + I_2^2 + 2\,I_1 I_2 \cos\theta_{12}),$$

în care θ_{12} este defazajul între I_1 şi I_2, iar pentru cuplul activ la al doilea tip de contor:

$$M_a = C'(\bar{I}_a + \bar{I}_b)(\bar{I}_a - \bar{I}_b) = C\,(I_1^2 - I_2^2).$$

Eroarea este deci la primul tip de contor:

$$\int [3I_a^2 - (I_a^2 + I_b^2 + I_c^2)]\,dt = \int 6\,I_1 I_2 \cos\theta_{12}\,dt,$$

iar la al doilea:

$$\int [\sqrt{3}\,(\bar{I}_a + \bar{I}_b)(\bar{I}_a - \bar{I}_b) - (I_a^2 + I_b^2 + I_c^2)]\,dt = -\int 6 I_2^2\,dt.$$

Comparînd cele două tipuri de contoare, se remarcă la al doilea tip de contor avantajul eliminării schemelor speciale de defazare a fluxurilor, cum şi al reducerii erorilor ce apar la încărcare nesimetrică, deoarece în general $I^2 < I_1 \cos\theta_{12}$.

Contorul de pierderi propus

Se propune înlocuirea înfăşurării *II*, de tensiune, a contorului de inducţie monofazat, cu o a doua înfăşurare de curent şi alimentarea celor două înfăşurări cu curenţi de la două faze diferite. Dacă înfăşurarea *II* este parcursă de curentul I_a, iar înfăşurarea *I* de curentul I_b, defazajul dintre ele este $\psi = 120 - \alpha$, deoarece I_2 şi I_3 sînt defazate cu 120° (fig. 6). Dacă se intervertesc curenţii I_a şi I_b, I_b parcurge înfăşurarea *II* şi I_a înfăşurarea *I*, în care caz rezultă un defazaj $\psi = 120 + \alpha$ (fig. 7)

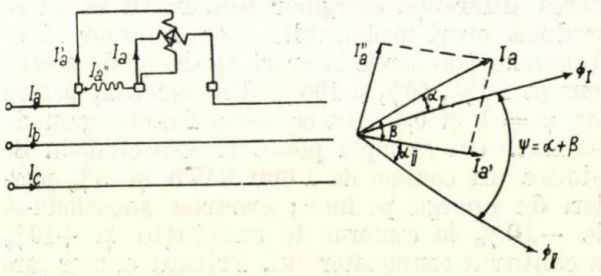


Fig. 6

Admiţînd fluxuri proporţionale cu curenţii şi unghiul ψ constant, la simetrie, cuplul activ va fi, în primul caz:

$$M_a = C' I_a I_b \sin(120-\alpha) = CI^2$$

iar în al doilea caz:

$$M_a = C' I_a I_b \sin(120+\alpha) = CI^2.$$

La încărcare nesimetrică, pentru ambele scheme se obține un cuplu activ:

$$M_a = C(I_1^2 - I_2^2).$$

Deci, eroarea este:

$$\int [3\,(I_1^2 - I_2^2) - (I_a^2 + I_b^2 + I_c^2)]\,dt = -\int 6\,I_2^2 dt,$$

aceeași ca la al doilea tip de contor cunoscut din literatură.

Contorul propus este mai simplu decît cel de-al doilea tip de contor cunoscut, deoarece în locul celor patru bobine necesare acestuia,

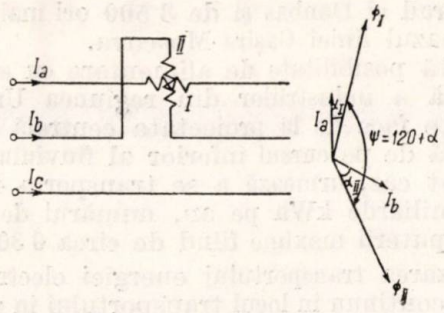


Fig. 7

singura modificare cerută este înlocuirea bobinei de tensiune a contorului de inducție cu o bobină de curent. Totodată, prezintă avantajele acestuia față de contorul I^2 — oră uzual, și anume: nu necesită scheme de defazaj și prezintă erori mai mici la încărcări nesimetrice.

Contorul propus nu înlătură neajunsul comun al contoarelor cunoscute: erorile foarte mari la încărcări mai mici de 40% din sarcina nominală.

S-au efectuat măsurători cu un contor de fabricație Ganz. Unghiul $\alpha = \alpha_{II} - \alpha_I$ s-a determinat experimental, cu aproximația neglijării părții necompensate a cuplului de frecare în raport cu cuplul activ. Contorul s-a alimentat la aceeași valoare a curenților și, deci, a unghiurilor α_{II}, α_I și α—întîi după schema din fig. 6, apoi după cea din fig. 7. Notînd numărul corespunzător de turații pe oră prin n'', respectiv n', rezultă:

$$\frac{n'}{n''} = \frac{\sin(120 + \alpha)}{\sin(120 - \alpha)}$$

de unde:

$$\operatorname{tg}\alpha = \frac{\sqrt{3}\left(1 - \frac{n'}{n''}\right)}{1 + \frac{n'}{n''}}.$$

S-a găsit $\frac{n'}{n''} = \frac{2}{3}$; deci $\alpha = \operatorname{arc\,tg}\frac{\sqrt{3}}{5} = 19$.

Așadar, cuplul activ va fi:

$$M_a = C'I^2 \sin(120+19) = C'I^2 \sin 79°,$$

respectiv,

$$M_a = C'I^2 \sin(120+19) = C'I^2 \sin 41°$$

Erorile minime s-au găsit pentru conexiunea din fig. 7 Rezultatele măsurătorilor sînt prezentate în tabela 1..

Tabela 1

Nr. crt.	I	I^2	t în s pentru care discul face 10 rot	$n = \frac{60.60.10}{t}$ rot/h	I'^2 corespunzător constantei $C = 0,86/60$ I^2 ore/h	Eroarea relativă în procente $\frac{I'^2 - I^2}{I^2} 100$
1	0,5	0,25	2 980	60.0,2	0,17	—30
2	1	1	840	60.0,71	0,62	—38
3	1,5	2,25	255	60.2,35	2,02	—10
4	2	4	130	60.4,61	3,96	—1
5	2,5	6,25	79	60.7,61	6,54	4,6
6	3	9	55,4	60.10,8	9,29	3,2
7	3,5	12,25	40,6	60.14,7	12,64	3
8	4	16	31,4	60.19,1	16,32	2
9	4,5	20,25	25,3	60.23,7	20,38	0,6
10	5	25	21,2	60.28,3	24,5	—2

Se constată că eroarea relativă pentru valori ale curentului cuprins între 2 și 5 A (peste 40% din sarcina nominală) este sub 5%. Discul se oprește la 0,5 A, deci la 10% din valoarea nominală a curentului.

Concluzii

La un contor monofazat de inducție de energie activă înfășurarea de curent se menține neschimbată, înfășurarea de tensiune înlocuindu-se tot printr-o înfășurare de curent. Cele două înfășurări se alimentează cu curenți de linie de la două faze diferite.

În felul acesta, se obține un contor I^2-oră, care prezintă avantajele celui mai avantajos tip de contor I^2-oră cunoscut în literatură, fiind — totodată — mai simplu realizabil decît acesta.

Bibliografie

[1] Goriunov V.P.: *Contoare electrice*, Edit. Energetică de stat, (1954).

[2] Vostrocnutov N.G.: *Contoare electrice și exploatarea lor*, Edit, Tehnică, 1951.

[3] Teitel S.I.: *Contor trifazat de pierderi*, Promîslennaia Energhetica, nr. 4 (1951).

[4] M.E.E.I.E.: *Instrucțiuni relative la stabilirea, normarea și reducerea pierderilor de energie electrică în rețelele sistemelor energetice*, O.P.E.D. (1956).

661.331.3:621.3.024

Perspectivele utilizării în U.R.S.S. a curentului continuu pentru transportul energiei electrice la mare distanţă

GLEB DRĂGAN*) — Bucureşti.

In articol sînt expuse consideraţii tehnico-economice în legătură cu transmisia energiei electromagnetice în curent continuu în U.R.S.S. Datele tehnice şi economice sînt extrase din revistele sovietice de specialitate.

Transportul unei puteri de circa 1 mil. kW şi la o distanţă de circa 1 000 km urmează a se efectua în U.R.S.S. prin linii de 400 kV. În momentul de faţă s-au construit două linii şi anume: una de la centrala hidroelectrică Kuibîşev şi a doua de la centrala Stalingrad la Moscova. În viitor se preconizează realizarea transportului energiei electrice de la CHE-Kuibîşev la centrul industrial din regiunea Uralului, prin linii de 400 kV în curent alternativ, iar interconexiunea dintre CHE-Stalingrad şi Donbas, printr-o linie de curent continuu.

Se poate presupune că în viitor va fi necesar să se construiască linii cu o capacitate de transport de 1-1,5 mil. kW, la distanţele de circa 1 000 km, iar utilizarea curentului alternativ va reprezenta în acest caz o soluţie costisitoare.

Precizarea modalităţilor de transport al energiei electrice în viitor trebuie să ţină seama de necesitatea echilibrării balanţelor energetice dintre diferite regiuni, din viitorii 15—20 ani. Pentru regiunea europeană a U.R.S.S. se mai pune problema comparării rentabilităţii transportului energiei electrice nu numai de la centrale hidroelectrice, dar şi de la centrale mari termoelectrice în ipoteza că, din consideraţii economice nu se recomandă transportul combustibilului. Astfel, prin construirea unor centrale termoelectrice puternice la Donbas energia electrică ar urma să fie transportată la centrele industriale din regiunea Moscova sau Ural.

În regiunea Siberiei şi Uralului necesitatea alimentării cu energie electrică a anumitor centre industriale precum şi construirea unor centrale mari hidroelectrice pun probleme cu totul speciale. Prin amenajarea centralelor de pe rîurile Enisei şi Angara, energia electrică va trebui transportată pe o lungime de 2 300 km pînă la Urali, de-a lungul căii ferate transsiberiene, puterea fiind de 5 mil kW, iar energia de 35 milioane kWh pe an. Se preconizează o încărcare cît mai mare a liniilor de transport, timpul de utilizare a puterii maxime fiind de circa 6 800—7 000 ore.

Capacitatea de transport, considerînd-o convenţional ca fiind produsul dintre puterea transportată şi lungimea liniei, este de 30—35 ori mai mare decît capacitatea liniei de curent continuu în curs de proiectare dintre CHE-Stalingrad şi Donbas şi de 3 500 ori mai mare ca în cazul liniei Caşira-Moscova.

O altă posibilitate de alimentare cu energie electrică a industriilor din regiunea Uralului se poate face de la proiectata centrală hidroelectrică de pe cursul inferior al fluviului Obi. În acest caz, urmează a se transporta 4 MW şi 25 miliarde kWh pe an, numărul de utilizare a puterii maxime fiind de circa 6 300 ore.

Utilizarea transportului energiei electrice în curent continuu în locul transportului în curent alternativ prezintă o serie de avantaje.

Cercetările şi proiectele efectuate în U.R.S.S. au arătat că nivelul izolaţiei liniilor de 400 kV de curent alternativ este suficient pentru a fi folosit în cazul liniilor de curent continuu de 800 kV. Aceleaşi consideraţii sînt valabile şi în cazul staţiilor.

Un mare avantaj al transportului energiei electrice constă în utilizarea cablurilor de foarte înaltă tensiune. Pe de altă parte, în cazul curentului continuu se poate utiliza drept conductor de întoarcere pămîntul.

Calculele efectuate duc la concluzia că liniile de curent alternativ sînt cu circa 17% mai scumpe decît liniile de curent continuu, avînd tensiune de două ori mai mare ca în cazul liniei trifazate, secţiunea totală a conductoarelor considerîndu-se aceeaşi în ambele cazuri.

Pentru ridicarea capacităţii de transport în cazul curentului continuu nu este necesar să se recurgă la o serie de măsuri ca: compensarea longitudinală, puncte intermediare de conexiune etc., care scumpesc instalaţia în totalitatea ei. Transportul energiei electrice în curent continuu permite o suprasarcină de scurtă durată, fără să ducă la depăşirea stabilităţii, ca în cazul transportului în curent alternativ.

Principalul neajuns al transportului în curent continuu constă în necesitatea de a avea la capetele liniei staţii de redresare care îngreunează exploatarea, ridică costul instalaţiei. Pentru tensiuni ridicate şi transport al energiei electrice la mare distanţă, costul staţiilor de transformare şi al instalaţiilor de compensare longitudinală şi transversală, necesare în cazul curentului alternativ este mai mare decît cel al staţiilor de redresare. Pentru

*) Ing. *Gleb Drăgan* este candidat în ştiinţe tehnice şi conferenţiar la Institutul Politehnic.

concretizare se vor da rezultatele calculului economic comparativ, considerîndu-se două tipuri de linie : linie de curent continuu cu două circuite, avînd lungimea de 1 000 km şi cu conductoare de 3 × 712 mm²; în a doua alternativă, linia aeriană cu aceleaşi caracteristici, cu lungimea însă de 2 000 km şi conductoare de 4 × 712 mm². Puterea transportată era de 5 mil kW, iar tensiunea de 1 200 kV (± 600 kV).

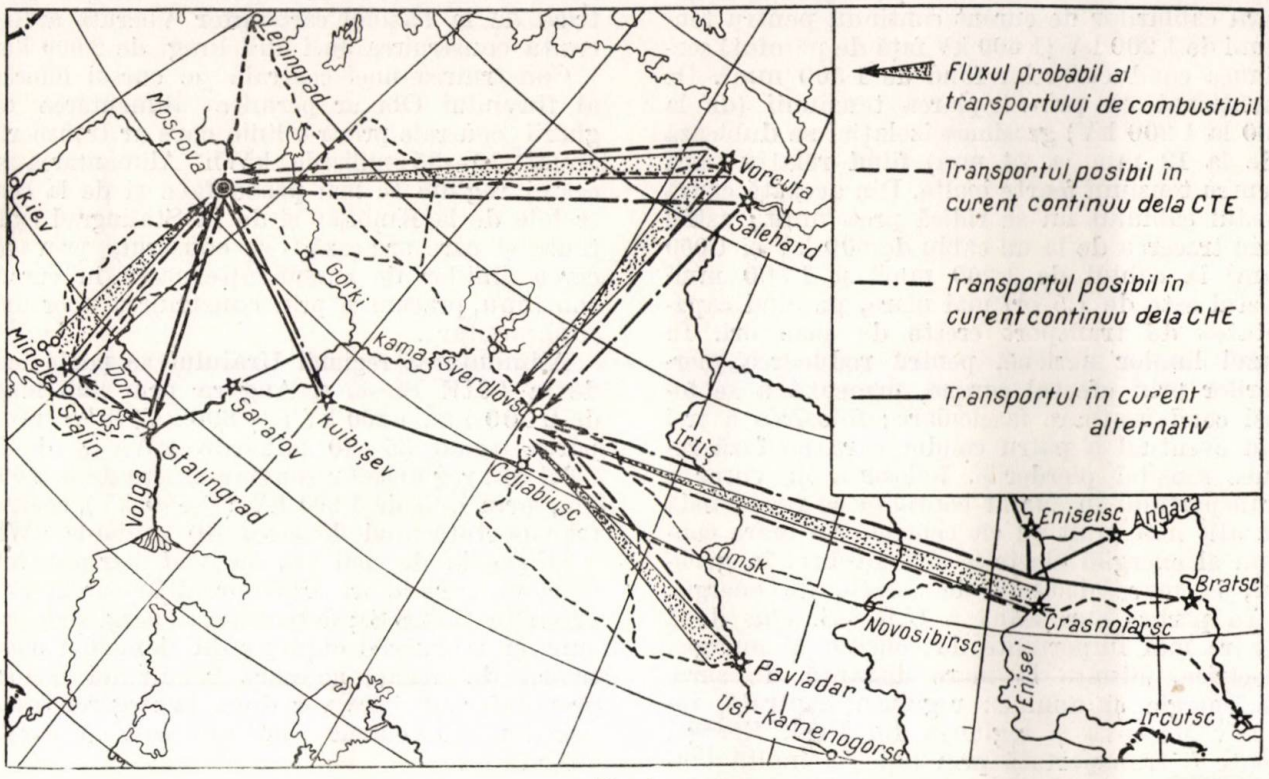


Fig. 1

Rezultatele calculelor sînt date în tabela 1.

Comparînd aceste rezultate cu valorile ce s-ar fi obţinut în cazul liniilor de curent alternativ de 600 kV, transportul energiei electrice în curent continuu este de circa 1,8—2 ori mai redus. De asemenea, se poate constata că cu toate că lungimea liniilor este mare, pierderea de putere este relativ mică (4,17%, respectiv 6,11%) fiind redus şi costul energiei transportate, îndeosebi în cazul centralelor hidroelectrice.

În ceea ce priveşte comparaţia cu transportul combustibilului pe cale ferată, considerînd costul egal cu 1,5 copeici pentru tonă kilometru, puterea calorifică a cărbunelui fiind de 3 500—5 000 cal, iar consumul combustibilului convenţional de 0,4 kg/kWh, rezultă că în acest caz costul a 1 kWh de energie revine la 1,8—2,7 copeici, deci de 2—4 ori mai mare ca în cazul transportului energiei electrice prin liniile de curent continuu.

Realizarea transportului energiei electrice în curent continuu presupune rezolvarea unor probleme diferite, în bună parte, de cazul transportului în curent alternativ.

Una dintre problemele cele mai dificile constă în realizarea staţiilor redresoare. În momentul de faţă în U.R.S.S. alegerea schemelor se poate face prin folosirea redresoarelor metalice cu mercur, care se construiesc pentru un curent maxim de 900 A, tensiunea fiind de 100—130 kV.

Tabela 1

Varianta	Pierderi de energie %			Investiţii mil. ruble			Cheltuieli de exploatare mil. ruble.		Costul transportului energiei electrice pentru 1 kWh, copeici	
	În linii	În staţii	Total	În linii	În staţii	Total	Energia electrică CHE	Energia electrică CTE	Energia electrică de la CHE	Energia electrică de la CTE
Intîia	4,17	2.39	6,56	590	620	1210	85,3	118,7	0,26	0,36
A doua	6,11	2.39	8,50	1360	620	1980	128	174	0,36	0,54

În viitor va fi necesar să se producă redresoare avînd tensiunea de 180—200 kV și un curent maxim de 2 000—2 500 A.

Pe de altă parte se pune problema transportului energiei electrice în cablu. Cercetările efectuate duc la concluzia posibilității fabricării cablurilor de curent continuu pentru tensiuni de 1 200 kV (1 600 kV față de pămînt) secțiunea conductoarelor fiind de 1 500 mm². De menționat că prin triplarea tensiunii (de la 400 la 1 200 kV) grosimea izolației se dublează (de la 12 mm la 24 mm) fiind relativ mică pentru tensiuni foarte înalte. Din această cauză costul cablului nu se ridică prea mult; astfel prin trecerea de la un cablu de 600 kV și 1 000 mm² la cablul de 1 200 mm² și 1 500 mm² costul este de 1,5 ori mai mare, pe cînd capacitatea de transport crește de șase ori. În cazul liniilor aeriene, pentru reducerea pierderilor prin efectul corona, urmează a se folosi condensatoare fasciculare; folosirea a trei sau eventual a patru conductoare pe fază reduce sensibil pierderile. Folosirea în viitor a transportului în curent continuu se recomandă cu atît mai mult cu cît centrele de mare consum al energiei electrice sînt situate, în general, la mare distanță de sursele de energie.

În partea europeană a U.R.S.S. sînt două centre mai importante de consum al energiei electrice, situate la mare distanță de surse de energie și anume: regiunea centrală, inclusiv Moscova și regiunea din Ural. Energia poate fi transportată prin linii de înaltă tensiune sau se poate pune problema transportului combustibilului. În fig. 1 se arată care sînt posibilitățile în viitor de transport al combustibilului sau al energiei electrice prin linii de curent continuu, pentru alimentarea celor două centre de consum, menționate mai sus. Construirea unei linii cu dublu circuit Donbas-regiunea centrală (Moscova) la tensiunea de ±600 kV cu un transport anual al energiei de 40 miliarde kWh, la distanța de 1 000 km, ar reduce la jumătate cantitatea de combustibil ce ar fi necesară pentru un an din cincinalul 1965—1970. Transportul energiei electrice de la bazinul carbonifer Vocruta ar necesita construirea unei linii lungi de 2 000 km.

Construirea unei centrale pe cursul inferior al fluviului Obi ar permite alimentarea regiunii centrale printr-o linie care ar transporta anual 30—35 miliarde kWh. Alimentarea acestei regiuni se mai poate face și de la centralele de la Kuibîșev și de la Stalingrad existente și care urmează a se construi, prin trecerea liniilor de curent alternativ în curent continuu, precum și prin construirea unor linii suplimentare.

Alimentarea regiunii Uralului se poate face de la CHE Enisei și Angara prin linii lungi de 2 300 km, 1 200 kV (± 600 kV) ce ar transporta anual 35—40 miliarde kWh și de la CTE din regiunea Crasnoviarsc, situată la 2 000 km, prin linii de 1 200 kV (±600 kV), energia transportată fiind de circa 40 miliarde kWh.

Din cele de mai sus se văd perspectivele mari pe care le are transportul în curent continuu în U.R.S.S.; dezvoltarea energeticii, precum și realizările obținute în domeniul construirii de utilaje necesare reprezintă factorii preponderenți care vor duce la alegerea transportului în curent continuu sau în curent alternativ.

Bibliografie

[1] Melgunov M.N.: *Referat prezentat la a V a sesiune (din mai 1956) a Comisiei pentru transportul energiei electrice la mare distanță de pe lîngă Academia de Științe.*
[2] Melgunov M.N.: Electricestvo nr. 1957.
[3] *Discuții* — Electricestvo, nr. 11, 1957.

621.316.722

DIN EXPERIENȚA INTREPRINDERILOR

Stabilizarea tensiunii la releele de frecvență

L. Veisman *)

În ultimii ani în sistemele energetice din țara noastră s-a introdus pe scară largă descărcarea automată a sarcinii la scăderea frecvenței (dispozitivele denumite D.A.S.). În toate schemele respective se folosesc relee de frecvență de inducție de tipul sovietic ИЧР-ol sau obținute prin modificarea releelor direcționale tip ИМБ.

După cum se știe [1] ele conțin două bobinaje, decalate în spațiu, din care unul înseriat cu o rezistență, iar celălalt cu un condensator. La frecvență normală, curenții din înfășurări sînt în fază și la tamburul releului nu apare nici un cuplu. Dacă frecvența scade, curentul din bobinajul înseriat cu rezistență rămîne practic constant ca fază, în timp ce din al doilea bobinaj se decalează în sensul anticipării, ceea ce provoacă apariția unui cuplu, care rotește tamburul releului și acționează un contact. Regimul circuitului magnetic al releului este astfel ales încît variațiile, în limitele uzuale, ale tensiunii nu influențează precizia lui.

*) Ing. L. Veisman este șeful serv. tehnic I.R.E.B.

În sistemele energetice cu rezerve de putere reactivă reduse sau cu legături slabe între sursele generatoare, apariția unei avarii provoacă nu numai scăderea frecvenței ci și micșorarea considerabilă a tensiunii.

După cum rezultă însă din fig. 1, la asemenea tensiuni releele de frecvență își închid contactul la frecvențe mult mai coborîte decît cele pentru

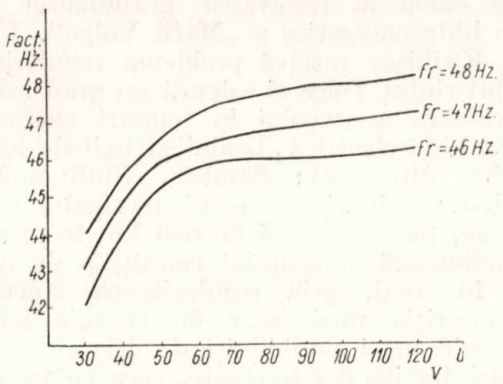


Fig. 1. Caracteristicile de funcționare ale releului de frecvență în funcție de tensiune.

care au fost reglate, deci dispozitivele DAS nu-și mai îndeplinesc scopul de a păstra stabilitatea sistemului. Trebuie menționat că în practică, unele relee au caracteristici chiar mai defavorabile din acest punct de vedere, decît cele trasate în figură.

Deoarece extinderi de avarii în urma nefuncționării schemelor de DAS s-au repetat în unele instalații, a apărut ca imperios necesară găsirea unei soluții de stabilizare a tensiunii la releele de frecvență.

În urma unei încercări de laborator și folosind indicații din literatura de specialitate [2] s-a găsit că cea mai bună metodă de rezolvare a problemei este conectarea releului de frecvență printr-un stabilizator de tensiune ferorezonant.

Aceasta s-a realizat după schema și cu datele din fig. 2 și constă în esență dintr-un transformator saturat și dintr-o bobină de șoc cu întrefier. Materialele utilizate pentru executarea lui sînt uzuale.

Deși tensiunea stabilizată obținută conține un procent ridicat de armonici superioare, folosirea lui schimbă în mod radical caracteristicile de funcționare ale releului de frecvență asigurîndu-i respectarea reglajului chiar la scăderi ale tensiunii pînă la 0,25—0,30 din valoarea nominală.

Dacă releul se etalonează conectat prin stabilizatorul de tensiune, erorile de acționare la scăderea tensiunii devin practic neglijabile.

În fig. 4 este indicată curba de erori pentru un releu etalonat împreună cu stabilizatorul său, ridicată pentru valoarea de reglaj cea mai

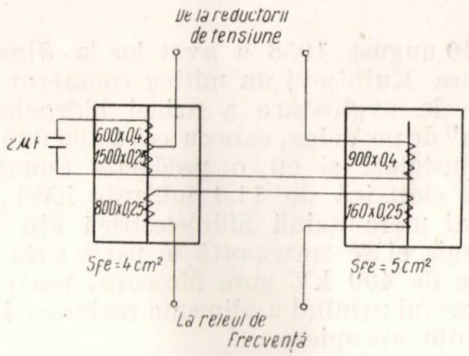


Fig. 2. Stabilizator de tensiune ferorezonant.

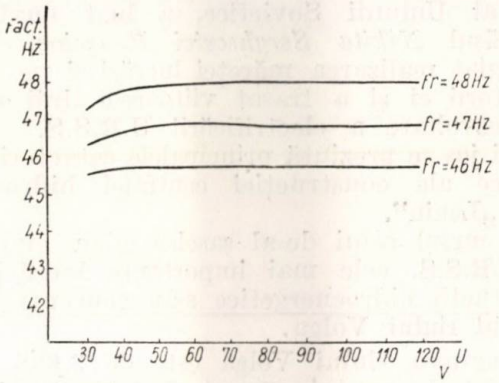


Fig. 3. Caracteristicile de funcționare ale releului de frecvență, conectat prin stabilizator de tensiune.

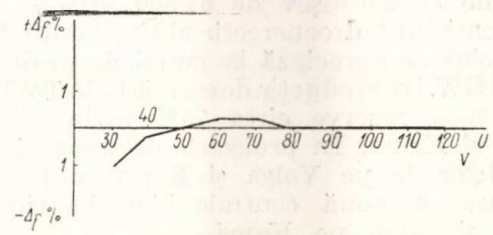


Fig. 4. Curba de erori a releului de frecvență, conectat prin stabilizator de tensiune.

defavorabilă. Din ea rezultă în mod evident că funcționarea corectă a releului este asigurată în toate situațiile posibile practic în exploatare.

Bibliografie

[1] Bikenin H.I. și Nukitskii Z.V.: *Releu de inducție pentru scăderea frecvenței*, Elektriceskie stanții, nr. 5 (1952).

[2] Azatova A.L.: *Conectarea dispozitivelor* DAS *prin stabilizatorul de tensiune* EPA—15, Elektriceskie stanții, nr. 11 (1955).

Uzina hidroelectrică „Lenin" de la Kuibîşev

La 10 august 1958 a avut loc la Jigulevsc (regiunea Kuibîşev) un miting consacrat dării oficiale în exploatare a uzinei hidroelectrice „Lenin" de pe Volga, care cu cei 2 100 000 kilowaţi instalaţi şi cu o producţie anuală de energie electrică de 11,4 miliarde kWh, este cea mai mare uzină hidroelectrică din lume.

Energia ei se transportă în parte prin două circuite de 400 kV spre Moscova, parte spre Urali, restul urmînd a alimenta regiunea industrială din apropiere.

La mitingul la care au participat conducătorii statului sovietic şi ai Partidului Comunist al Uniunii Sovietice, a luat cuvîntul tovarăşul *Nikita Sergheevici Hruşciov*, care a elogiat realizarea măreţei lucrări şi pe constructorii ei şi a trasat viitoarele linii mari de dezvoltare a electrificării U.R.S.S.

Mai jos se prezintă principalele caracteristici tehnice ale construcţiei centralei hidroelectrice „Lenin".

În cursul celui de-al şaselea plan cincinal al U.R.S.S. cele mai importante lucrări de construcţii hidroenergetice s-au concentrat în bazinul rîului Volga.

Lungimea rîului Volga este de 3 688 km, suprafaţa bazinului versant, de 1 380 000 km², stocul anual în Marea Caspică, de circa 260 km³ şi debitul maxim înregistrat în secţiunea barajului de la Kuibîşev de 63 800 m³/s.

Potenţialul hidroenergetic al rîurilor din bazinul Volga se apreciază la puteri de ordinul a 15–16 GW, iar producţia de energie la 75 TWh/an. Din aceste rezerve circa 75% revin rîurilor Volga şi Kama. În proiectele de amenajare a cascadelor de pe Volga şi Kama se prevede realizarea a nouă centrale hidroelectrice pe Volga şi patru pe Kama.

Actualmente se elaborează un proiect de derivare a unui stoc din rîurile Peciora şi Vîcegda, care va asigura un spor de producţie în UHE din sistemul Volga–Kama, de circa 10 TWh/an.

Uzina hidroelectrică „Lenin" este amplasată pe Volga în aval de confluenţa cu Kama, unde stocul rîului Volga este de 240 km³/an, adică peste 90% din stocul la vărsarea în Marea Caspică. Lacul de acumulare, cu suprafaţa de 6 500 km² şi volumul brut de 58 km³ este una din cele mai mari acumulări artificiale realizate pînă în prezent. Astfel marile acumulări din S.U.A. : Boulder Dam, Harrison, Fort Peck, Grand Coulée şi Kentucky au suprafeţele cuprinse între 600 şi 1 600 km², iar volumul între 7,5 şi 37,5 km³.

Uzina hidroelectrică Lenin ocupă un loc central în cascada de pe Volga–Kama şi este una din cele mai importante centrale electrice din partea europeană a U.R.S.S.

Complexul hidrotehnic de la Kuibîşev constituie cheia în rezolvarea grandioasei probleme hidroenergetice a „Marii Volge". Lacul de la Kuibîşev rezolvă problema regularizării stocului rîului Volga şi asigură un grad ridicat de utilizare a stocului în scopuri energetice la uzina hidroelectrică „Lenin" şi uzinele hidroelectrice din aval: Saratov, Stalingrad şi Astrahan; asigură un şenal navigabil adînc pe Volga, pe o distanţă de 600 km în amonte şi ameliorează substanţial condiţiile de navigaţie în aval, prin regularizarea stocului; prin apariţia unei surse de energie ieftină se deschid mari posibilităţi de irigare a unor terenuri fertile, dar secetoase, ceea ce va contribui la intensificarea agriculturii din regiunea Volga; oferă posibilităţi largi pentru organizarea unei pisciculturi intensive.

Uriaşa importanţă energetică a uzinei hidroelectrice Lenin poate fi caracterizată prin următorii indici:

- puterea instalată 2 100 000 kW
- producţia anuală medie de energie electrică 11,4 TWh
- costul 1 kWh la barele uzinei 1,28 cop.
- timpul de recuperare al cheltuielilor de producţie pentru construcţia complexului hidrotehnic 8,5 ani
- economia anuală de cărbune, exprimată în combustibil convenţional 5,5 mil.t

În complexul hidrotehnic de la Kuibîşev intră: centrala hidoelectrică, barajul de pămînt, barajul deversor din beton, ecluzele navigabile, canalele, digurile de protecţie a malurilor şi portul.

Clădirea centralei cu platforma de montaj are o lungime de 700 m şi este amplasată pe malul drept. În clădire sînt amplasate 20 de agregate şi golirile de fund. Capacitatea totală de înghiţire a turbinelor şi a golirilor este de 29 000 m³/s. Centrala este echipată cu turbine Kaplan avînd diametrul rotorului de 9,3 m. Puterea unei turbine la căderea de calcul de 19 m este de 108,5 MW, iar la o cădere de 22 m, de 126 MW. Generatoarele sînt de tipul în umbrelă, cu sprijinirea crapodinei pe capacul turbinei.

De la Kuibîşev pleacă linia de 400 kV către Moscova, în lungime de 900 km, o linie de înaltă tensiune spre Urali de peste 1 000 km şi linii de 220 kV în regiunea Volga.

Barajul de pămînt acoperă albia minoră şi albia majoră de pe malul stîng al rîului. Are lungimea la coronament de 3 km, înălţimea maximă de 45 m şi un volum de pămînt de 30 mil. m³ umplut prin hidromecanizare,

din nisipuri locale. Taluzul amonte este consolidat cu plăci de beton armat avînd grosimea de 0,5 m.

Barajul deversor cu lungimea de 1 km are 38 deschideri deversoare prevăzute cu stavile metalice, dimensionate pentru descărcarea unor debite maxime de primăvară de 55 000 m³/s.

Construcțiile hidrotehnice ale complexului de la Kuibîșev, amplasarea pe roci argiloase și nisipoase, s-au verificat pentru descărcarea unui debit de primăvară de 85 000 m³/s corespunzător asigurării de 1 : 10 000 ani. Această lucrare constituie o nouă etapă în dezvoltarea marilor construcții hidrotehnice pe fundații nestîncoase.

Volumul lucrărilor de construcții și montaj reprezintă :

- lucrări de pămînt 185 mil. m³;
- beton și beton armat 7,3 mil. m³;
- palplanșe metalice 45 000 t;
- filtre, drenaje și consolidări din piatră 3,6 mil. m³;
- montaje, construcții metalice și mecanisme-100 000 t.

Construcția uzinei de la Kuibîșev s-a început în 1950; în primul an s-au realizat numai 0,6% din volumul total de lucrări, în 1951—4%, iar în 1952—8%. În 1953 s-a realizat un volum de lucrări de 13%.

Utilajul energetic al șantierului a avut o putere instalată în toate motoarele, de 700 000 kW, printre care motoare electrice totalizînd 210 000 kW. Principalii consumatori de energie din 1955 au fost : instalații de hidromonitoare cu 64 000 kW, excavatoare și macarale cu 25 000 kW, gospodăria de beton cu 40 000 kW și instalațiile de epuisment cu circa 10 000 kW. Consumul de energie electrică a depășit în 1955 400 mil. kWh sau 6—7 kWh pentru 1 oră de activitate a unui muncitor la lucrările de construcții și montaj, ceea ce se apropie de consumul specific din întreprinderile industriale.

Volumul total al lucrărilor de betonare a fost realizat în proporție de 93,6% în cursul anilor 1953—1956, cu un vîrf în 1955 cînd s-au turnat 3,08 mil. m³. Ritmul lunar de turnare a betonului a atins în cursul anului 1955, un volum de 389 000 m³, depășind cel mai mare ritm înregistrat la alte lucrări similare (Grand Coulée — 377 000 m³/lună).

Datorită îmbinării armonioase a activității constructorilor și montorilor, în 1956 s-a asigurat punerea în funcțiune a 11 agregate. Primul agregat a fost pornit la 29 decembrie 1955, iar al 12-lea la 28 decembrie 1956, producția de energie electrică însumînd 2 TWh.

Actualmente turbinele uzinei „Lenin" dezvoltă o putere medie de 120—125 MW, iar unele chiar 135 MW, ceea ce depășește puterea lor nominală. La 1 ianuarie 1958, uzina produsese peste 9 TWh.

Experiența construcției uzinei hidroelectrice de la Kuibîșev demonstrează posibilitatea construcției de uzini hidroelectrice mari într-un ritm accelerat, pe baza folosirii tehnicii celei mai noi, a noilor materiale și a perfecționării tehnologiei lucrărilor de construcție și montaj.

V. COZELCIUC

Bibliografie

[1] *Construcțiile energetice ale U.R.S.S. în 40 ani.* Ministerul Centralelor Electrice al U.R.S.S. (1958).

[2] Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo, nr. 1, 4, 8 (1958).

62 .311.1(47).003

Reducerea costului construcțiilor și instalațiilor în energetica sovietică *) în perioada 1959—1965

Producția de energie electrică a U.R.S.S. a atins în anul 1957 209,5 TWh, ceea ce reprezintă o creștere de 2,3 ori față de anul 1950. Aportul centralelor hidroelectrice a fost de 18,7%. Din prevederile de plan, rezultă că acest ritm se va păstra și în viitor, astfel încît se va ajunge în anul 1965 la o producție anuală de 515 TWh, cota centralelor hidroelectrice ridicîndu-se pînă la 23%. Pentru asigurarea unei asemenea producții de energie electrică se vor instala, anual, în centralele electrice ale U.R.S.S. în medie cîte 10 000 MW.

Realizarea acestor prevederi se va putea face numai cu anumite măsuri radicale în ce privește ieftinirea costului unui kW instalat și mărirea ritmului de construcții al centralelor termoelectrice, hidroelectrice și a rețelelor termice și electrice.

În cele ce urmează se vor arăta, pe scurt, căile și măsurile menite să conducă la reducerea costului construcțiilor și instalațiilor energetice în perioada 1959—1965.

I. Construcția centralelor termoelectrice

1. *Construirea de mari CTE regionale.* Dacă costul unui kW instalat în cel de-al cincilea plan cincinal în U.R.S.S. în CTE de 300—400 MW cu agregate de 50 și 100 MW a fost de 1 300 ruble/kW, cel al unui kW instalat în 1957—1958 în CTE de 1 000—1 200 MW cu agregate de 150 și 200 MW scade pînă la 900—850 ruble/kW, adică cu 30—35%.

Mărirea mai departe a puterii unitare a grupurilor și a centralelor conduce la reduceri

*) Din „*Electriceschie stanții*", nr. 5 (1958), pag. 2—10 și pag. 43—45.

însemnate a costului unui kW instalat, după cum rezultă din tabela 1, după datele TEP.

Tabela 1

Puterea CTE, MW	Tipul agregatelor (schema în bloc)	Costul unui kW instalat	
		Ruble (în prețul din 1955)	%
400	PVK-200. Turboagregat de 200 MW la parametrii aburului de 130 ata și 565°C	1 000	100,0
600	Idem	925	92,5
1 000	Idem	865	86,5
1 200	Idem	850	85,0
1 600	Idem	830	83,0
900	SVK—300. Turboagregat de 300 MWla parametrii aburului de 240 ata și 580°C	850	100,0
1 200	Idem	805	94,5
1 500	Idem	780	92,0
1 800	Idem	765	90,0
2 100	Idem	750	88,5
2 400	Idem	740	87
1 200	SVK—600. Turboagregat de 600 MW, la parametrii aburului de 240 ata și 580°C	735	100,0
1 800	Idem	655	89,5
2 400	Idem	620	84,5

Dezvoltarea și interconectarea sistemelor energetice, extinderea rețelelor electrice de 500 kV și construirea marilor CHE pe Volga, Angara și Enisei creează condiții favorabile construirii de CTE foarte puternice a căror putere unitară va ajunge pînă în anii 1965—1972 la 2 400 MW cu agregate de pînă la 600 MW. Construirea de CTE cu puteri atît de mari permite reducerea timpului de construcție a volumului construcțiilor auxiliare.

2. *Construirea de mari centrale de termoficare.* Creșterea consumului industrial de căldură și a ritmului de construcții de locuințe solicită din partea centralelor de termoficare mari cantități de căldură care pot fi livrate în condiții economice numai dacă puterea acestora este de ordinul 100—200 MW și chiar de 300 MW. Dacă pînă în anul 1957 cel mai mare grup turbogenerator era de 25 MW în cel mai apropiat viitor, asemenea grupuri vor fi utilizate numai în mod excepțional, atunci cînd puterea CET nu va depăși puterea de 50 MW în locul lor vor apărea grupuri de mare eficacitate economică de 50 și 100 MW de tipul VT-50 și VT-100.

Între intervalul 1959 și 1965, pentru a face față nevoilor industriei și orașelor va trebui instalată în CET o putere totală de circa 9 000 MW.

3. *Folosirea gazelor naturale drept combustibil în centralele electrice.* Energia electrică produsă prin gaze naturale în anul 1957 a fost de 13,5 MWn, adică 6,5% din energia totală produsă; aceasta reprezintă o creștere față de anul 1956 de circa 100%.

Din producția de 150 miliarde m³ de gaz, prevăzută pentru anul 1965 circa 40 miliarde m³ vor fi utilizate la CTE și CET față de 5,7 miliarde m³ în 1957. Restul gazului natural va fi îndreptat pentru alimentarea consumatorilor urbani, a întreprinderilor industriale etc.

Folosirea gazelor naturale drept combustibil este avantajoasă chiar dacă sursa se află la o distanță de peste 1 000 km de consumator.

Transportul gazului natural prezintă avantaje însemnate față de alte feluri de combustibil prin marea capacitate de transport a conductelor de gaze. Astfel, o conductă cu diametrul de 600 mm poate asigura funcționarea unei CTE de 2 400 MW 6 000h/an, iar una cu diametru de 1 000 mm poate asigura două CTE de cîte 3 000 MW fiecare.

Funcționarea centralelor termoelectrice cu gaze exclude necesitatea construirii unor instalații auxiliare costisitoare cum ar fi cele de preparat cărbune, evacuarea zgurii și altele. În cazul centralelor de termoficare apare în plus și avantajul că acestea fiind de obicei în apropierea centrelor populate nu impurifică atmosfera cu cenușă. Costul unui kW instalat într-o centrală cu gaze este cu 20% mai mic decît în cazul folosirii cărbunelui.

Utilizarea gazului drept combustibil creează condiții favorabile introducerii pe scară largă în energetică a turbinelor cu gaze. În prezent în U.R.S.S. se construiesc turbine cu gaze de 25 MW și se proiectează turbine de 50 MW. Acestea pot fi folosite și pentru termoficarea urbană și industrială.

În perioada 1959—1965 se prevede construirea sau extinderea a 24 centrale termoelectrice cu gaze cu o putere totală de 15 000 MW. Economia ce se obține astfel față de centrale cu cărbune permite instalarea a încă 3 000 MW.

4. *Construirea de centrale termoelectrice deschise sau semideschise.* Pînă în prezent în U.R.S.S. nu există CTE deschise sau semideschise întrucît uzinele nu produc încă echipamentele corespunzătoare.

În S.U.A. există 134 de centrale cu o putere totală de 16 000 MW de tipul deschis sau semideschis. Aceste centrale, deși sînt construite în general în partea de sud a S.U.A. se întîlnesc și în zone cu temperaturi minime pînă la —40°C.

În U.R.S.S., ținîndu-se seama de schemele simple care se folosesc, de puterea unitară a agregatelor, de introducerea automatizării etc., se tinde de asemenea să se înceapă în anul 1958 construirea de CTE deschise sau semideschise de 600 MW, cu agregate de 150 MW și cazane de 500 t/h în scopul reducerii costului și accelerării ritmului de construcție.

5. *Livrarea de echipamente complete pentru CTE.* Actualmente sînt construite turbine cu abur de 150—200 MW şi se construiesc cazane de 500—640 t/h. În acelaşi timp echipamentul auxiliar ca, de exemplu, pompe de condensat pentru turbine, instalaţii de purjare, de evacuare a zgurii etc, pentru cazane şi turbine de tipurile amintite mai sus, nu sînt construite. În afară de aceasta, la locul construcţiei marilor centrale se confecţionează diferite instalaţii care deşi simple pentru faptul că nu sînt executate în mod centralizat necesită sume însemnate pentru execuţie.

Necompletarea echipamentului livrat şantierelor are ca urmare creşterea preţului de cost şi a termenului de intrare în funcţiune a centralei. Pe viitor se va tinde ca şantierul unei CTE să fie exclusiv pentru montaj.

6. *Reducerea costului echipamentului centralelor.* Echipamentul reprezintă circa 40% din costul total al CTE moderne. Reducerea costului turbinelor şi cazanelor de abur are mare însemnătate îndeosebi pentru noile mari agregate. Grupurile noi care se construiesc acum au preţuri mult prea mari. De exemplu, turbina PVK-200 costă 13 milioane de ruble, în timp ce aceeaşi putere în două turbine VK-100 costa cîte 5,8 milioane ruble. Costul unei turbine de 200 MW de tipul PVK-200 nu trebuie să depăşească $7{,}6 \cdot 10^6$ ruble.

Aceeaşi situaţie este şi la cazanele de 640 t/h care costă 17 milioane ruble faţă de un cost normal de 12 mil. ruble şi cu generatorul electric de 200 MW care costă 7,2 mil. ruble, adică cu 1 mil. ruble mai scump decît costul a două generatoare de 100 MW.

Această diferenţă de cost la echipamentele energetice cap de serie se datoreşte şi faptului că cea mai mare parte din cheltuielile pentru proiectare şi darea în exploatare au fost atribuite numai primelor exemplare.

7. *Livrarea echipamentului în bloc de către uzinele constructoare.* Aplicarea pe scară mare a metodei de construire de centrale termoelectrice cu echipamente livrate de uzina constructoare în blocuri asamblate a avut ca rezultat reducerea termenului de execuţie cu peste 100% şi a costului de montare cu 20—30%. Astfel construcţia unui bloc cu cazane de 240 t/h a durat 60—75 zile faţă de 150—180 zile cît necesita montarea separată.

Montarea echipamentelor în bloc, aşa cum se execută actualmente, are şi un dezavantaj care trebuie înlăturat şi anume construirea pe şantierul CTE a multor conducte de joasă presiune de aer etc. Dacă acestea ar fi construite centralizat s-ar realiza o economie de peste $11 \cdot 10^6$ ruble.

8. *Industrializarea construcţiei centralelor termoelectrice.* Durata construcţiei centralelor termoelectrice în U.R.S.S. este mai mare ca în alte ţări datorită unei mari perioade de pregătire a şantierelor pînă în momentul începerii montării blocurilor. Ea ajunge la 20—25 luni faţă de 3—4 luni în alte ţări. În U.R.S.S. se utilizează încă foarte puţin construcţiile mobile pentru muncitorii şantierelor CTE. Reducerea perioadei de pregătire a construcţiei CTE se poate asigura prin:

— folosirea de construcţii mobile pentru muncitori sau anexele necesare, numai pe timpul construcţiei;

— închirierea pentru durate necesare perioadei de pregătire a construcţiei CTE, de locuinţe pentru muncitori în punctele populate învecinate;

— participarea mai intensă a organizaţiilor specializate în perioada de pregătire;

Aceste măsuri vor avea ca rezultat reducerea perioadei de pregătire a construcţiei centralelor electrice pînă la 12 luni.

Folosirea elementelor prefabricate se extinde tot mai mult în construcţia de CTE. Dacă în 1954 s-au folosit circa 86 mii/m³ de beton armat prefabricat, în 1956 acesta a ajuns la 267 mii/m³. Din elemente prefabricate se construiesc în întregime camerele de comandă, staţiile de descărcare a combustibilului, clădirile de deservire, corpuri anexă etc. Pentru reducerea costului acestora sînt necesare lucrări de proiectare, pentru reducerile la minimum ale numărului de tipuri de elemente prefabricate. Actualmente se construiesc şi clădirile principale ale CTE cu schelet din elemente prefabricate din beton armat. Astfel, consumul de metal se reduce cu 30—35%, iar costul clădirii principale cu 5—7%. În perioada 1959—1962 peste 70% din betonul armat al clădirii principale şi 50% din cel al centralelor termoelectrice va fi constituit din elemente prefabricate.

II. Construcţia centralelor hidroelectrice

Resursele hidroenergetice ale U.R.S.S. posibile de utilizat sînt de 1 700 TWh/an din care actualmente se utilizează numai 2,3%; abia peste 15 ani, cota va creşte pînă la 12% în timp ce în S.U.A. resursele hidroenergetice sînt folosite în măsură de 25%, în Canada 38% şi Franţa 40%.

În perioada viitorilor 5—7 ani se prevede construirea de mari centrale hidroelectrice; o dată cu aceasta se tinde spre folosirea complexă a resurselor hidroenergetice.

În tabela 2 se dau cîţiva indici caracteristici de consum de metal şi beton pentru 1 000 kW, instalaţi în CHE.

Tabela 2

Anul construcţiei	Consum de metal, kg	Consum de beton, m³
1945	10	0,54
1946—1955	8	0,5
1959—1965	5	0,4

Pînă în anul 1965, volumul de construcții din elemente din beton armat prefabricat va crește de la 5—10% pînă la 25%.

Folosirea materialelor locale pentru construirea barajelor este o problemă care va trebui să fie detaliat analizată de institutele de proiectare în scopul reducerii consumului de ciment în special în zonele răsăritene și siberiene ale U.R.S.S.

Se vor căuta soluții tehnice corespunzătoare pentru construirea de CHE deschise, în zonele cu climă ușoară.

Aplicarea celei mai avansate metode tehnice se oglindește în devizele CHE pe Enisei de 6 000 MW cu o producție anuală de 35 TWh, care totalizează 8,8 miliarde ruble, sumă care se poate reduce pînă la 7 miliarde ruble.

Reducerea duratei de construcție a centralelor hidroelectrice de la 7 ani și mai mult se poate asigura prin reducerea perioadei de pregătire, care de obicei durează pînă la 5 ani. La o serie de centrale hidroelectrice aceasta s-a redus pînă la 1,5 ani.

Pentru justa apreciere a investițiilor în CHE vor trebui să se revadă normele de stabilire a acestora întrucît o bună parte din costul care se atribuie CHE se reflectă și asupra altor ramuri ale economiei țării. De exemplu, din cei 60 miliarde de ruble cît se prevede pentru a se investi în CHE între anii 1959—1965 în U.R.S.S. peste 7 miliarde ruble vor trebui trecuți în sarcina altor ramuri economice ca, de pildă, transportului fluvial, agriculturii, pescuitului etc.

II. Construcția de rețele electrice

Folosirea construcțiilor de stîlpi din beton armat pentru rețelele electrice reduce consumul de metal cu 50%. Pînă acum în U.R.S.S. s-au construit numai 187 km de rețele electrice de 110 kV cu stîlpi din beton armat; în anul 1958 se prevăd încă 1 300 km, iar în perioada 1959—1965, 115 000 km la diferite tensiuni.

În 1958 s-au elaborat construcții de stîlpi pentru rețele electrice de 220 kV din beton armat.

Pentru acele zone care sînt bogate în păduri se recomandă folosirea stîlpilor din lemn cu scopul reducerii prețului de cost.

Ing. **Gh. Colț**

DOCUMENTARE

Energetica generală

Direcțiile de bază ale dezvoltării energeticii industriale în U.R.S.S. în primii 7 ani și noile direcții în proiectarea și construirea centralelor electrice industriale. Consiliul tehnic de expertiză interdepartamental, *Promîșlennaia energhetica nr. 5* (1958), pag. 32—33.

621.311.1(47)001.1

Consiliul tehnic de expertiză interdepartamental al U.R.S.S. a luat o serie de hotărîri privind dezvoltarea energeticii industriale pentru viitorii 7 ani, precum și pentru proiectarea centralelor electrice industriale.

Direcțiile mai importante ale dezvoltării energeticii industriale sînt:

— Folosirea la maxim a resurselor energetice secundare industriale.

— Înființarea de baze unice de reparație, pe bază de gospodărie chibzuită pentru reparațiile și încercările instalațiilor energetice ale întreprinderilor industriale.

— Introducerea automatizării în toate procesele energo-tehnologice, acolo unde aceasta este posibil.

— Revederea planului de construcție de CTE și CET industriale mici și mijlocii pentru anii 1959—1965 în sensul de a folosi agregate la 90 ata/535°C și 130 ata sau cu condensație și prize reglabile precum și turbine de 6 MW cu condensație și prize reglabile la parametrii aburului 35 ata/435°C. Cazanele, de parametri corespunzători turbinelor, vor avea debite de 60, 90 și 120 t/h și evacuarea hidraulică a zgurii, focare ciclon, preîncălzitoare de aer dezvoltate etc.

— Să se admită construirea de centrale de 1—5 MW numai pentru întreprinderile industriale ca centrale de termoficare și agricultură în cazul consumatorilor îndepărtați de sistemele mari energetice.

— Începînd cu anul 1959 să se înceapă cu lichidarea centralelor electrice mici din raioanele energetice dezvoltate.

— Să se construiască CET pentru centre de consum situate la mari distanțe de sistemele energetice care să asigure alimentarea cu energie electrică pe o rază de 30—50 km, cu căldură sub formă de abur pe o rază de 3 km și apă caldă — 10 km.

E. *g.c.*

Cînd vor deveni centralele atomoelectrice economice. Junkermann, W. *Atomwirtschaft* vol. 3 (1958) nr. **3**, pag. 96—98.

621.039

Economicitatea unei centrale atomoelectrice nu este determinată numai de alegerea tipului de reactor, ci și de cheltuielile de cercetare și stadiul punerii la punct al producției industriale pentru elementele constructive respective. Exemplul dezvoltării reactorului răcit cu gaze de tipul Calder Hall demonstrează cum concentrarea asupra unui singur tip de reactor poate avea ca urmare o importantă reducere a cheltuielilor legate de realizarea unui mare program de centrale atomoelectrice.

Plecînd de la componenţa probabilă a preţului de cost al energiei electrice ce ar putea fi produsă în următorii ani în R.F. Germană într-o centrală atomoelectrică de tip Calder Hall modernizat şi care ar prezenta în mare următoarea structură:

amortizarea investiţiilor 57%;
costul combustibilului 30%;
alte cheltuieli de exploatare 13%;

autorul subliniază marea importanţă a reducerii costului iniţial al instalaţiilor.

În acest spirit enumeră măsurile ce ar putea interveni în această direcţie şi anume:

— mărirea grosimii peretelui recipientului reactorului ar permite o ridicare a presiunii gazului; aceasta ar avea ca urmare o creştere a încărcării termice specifice a elementelor şi ca atare a indicelui MW/t;

— folosirea de oţeluri mai bune ar putea lucra în acelaşi sens;

—ridicarea temperaturii în elementele reactorului de la 408°C cît este valoarea actuală în reactoarele de la Calder Hall, respectiv de la 420—450°C cît vor fi la CAE mai noi acum în construcţie în Anglia, la 475°C şi poate în viitor chiar la 550 şi 600°C ar ridica considerabil debitul de căldură cedată de reactor şi ar reduce astfel investiţia specifică;

— trecere la combustibil nuclear ceramic;

— ameliorarea formei canalelor elementelor combustibile;

— trecerea de la CO_2 la alte gaze de răcire, de ex. heliu sau hidrogen;

— ameliorarea ciclului de abur.

Prin măsuri ca cele anumerate mai sus autorul consideră că faţă de stadiul din 1960, preţul energiei electrice produsă în CAE regionale cu o putere instalată de mai multe sute de MW ar putea evolua în felul următor:

Anul	1960	1970	1980	1990
%	100	75	65	55

în timp ce în centrale termoelectrice cu cărbuni corespunzătoare, preţul energiei electrice va creşte probabil în aceleaşi intervale cu 10, 25 respectiv 40% faţă de preţul actual.

În concluzie, se recomandă ca acest tip de reactor, cu o mare siguranţă de exploatare şi durată de viaţă şi care prezintă şi avantajul unei continuităţi de funcţionare putînd fi încărcat cu combustibil sub sarcină, să fie serios luat în considerare în programul nuclear german. El mai are avantajul de a fi demonstrat calităţile sale în condiţii normale de exploatare şi poate fi construit de pe acum pentru puteri mari.

E *i.s.*

Alimentarea cu energie electrică a Elveţiei în aşteptarea erei energiei atomice. A e s c h i m a n C. *Bull. ASE* vol. 48 (1957) nr. **9**, pag. 429—440, 7 fig.

621.311 (494); 621. 311. 25; 621.039.4

În ceea ce priveşte dezvoltarea consumului se prevede din 1951 pînă în 1960 o creştere a energiei brute de la 52 la 70 TWh. Se admite o creştere medie de 3,3% pe an care dacă se extrapolează conduce pentru 1975 la 110 — 120 TWh. Consumul de energie electrică ar reprezenta în 1975 cca 29% din energia brută, adică cca. 34—37 TWh (faţă de cca. 15 TWh în 1956). În continuare se fac o serie de consideraţiuni tehnice şi tarifare asupra celor patru categorii mai importante de consumatori: iluminat, aplicaţiuni termice, forţă motrice şi electrochimie. Pentru acoperirea consumului de energie electrică se examinează în primul rînd sursele clasice, ceea ce pentru Elveţia revine la amenajarea unor noi centrale hidroelectrice. Potenţialul hidroenergetic amenajabil tehnic şi utilizabil economic după ultimele evaluări se cifrează la 32—35 TWh/an (în 1955/56 s-a produs efectiv 14,7 TWh).

Actualmente sînt în construcţie centrale care pînă în 1965 vor putea ajunge la o producţie de cel puţin 8 TWh/an. Ritmul masiv de construcţie de centrale este însă condiţionat de mijloacele de proiectare şi de construcţie precum şi de posibilităţile de finanţare. În 1955 s-au alocat în Elveţia 430 mil. franci pentru construcţia de centrale şi 170 mil. franci pentru linii de transport, iar sumele necesare pentru echiparea întregului potenţial se ridică la cca. 8 miliarde franci la care trebuie să se adauge 3—4 miliarde pentru instalaţia de transport şi distribuţie. Mărimea acestor fonduri şi dificultăţile de finanţare fac ca să se poată sconta pe o producţie medie a centralelor hidroelectrice de numai 33 TWh în 1975 aşa încît rezultă un deficit de cca. 1 TWh într-un an normal şi 7 TWh într-un an secetos. Pentru acoperirea acestui deficit ar putea interveni următoarele soluţii: a) centrale termoelectrice care însă n-au asigurată baza de combustibil şi personalul de exploatare specializat. Totuşi fără a se recurge la energia nucleară va trebui neapărat să se realizeze centrale termoelectrice moderne utilizînd gaz natural adus din Italia sau Franţa; b) o soluţie tranzitorie ar fi importul de energie electrică (termică sau hidraulică) participînd în acest scop la construcţia centralelor respective din una din ţările vecine (Austria şi Iugoslavia pentru energie hidroelectrică, Germania şi Belgia pentru energie termoelectrică) şi c) schimbul de energie care nu oferă prea multe avantaje practice.

În ceea ce priveşte tranziţia către era utilizării energiei nucleare autorul consideră că nu se poate determina azi cînd se va putea obţine o reducere a preţului de revenire şi în conformitate cu o serie de declaraţii făcute în Anglia şi S.U.A. această perioadă nu este chiar aşa de apropiată.

Se deduce necesitatea de a stărui în amenajarea centralelor hidroelectrice făcînd în acelaşi timp eforturile necesare pentru a nu rămîne în urmă în domeniul utilizării energiei nucleare.

E *a.r.*

Tendinţe în dezvoltarea centralelor electrice în Anglia *Electr. Rev.* vol. 160 (1957) nr. **12**, pag. 512

621.311.22

Costul specific al centralelor termoelectrice a crescut în Anglia de la 20 £/kW în 1930 la peste 60 £/kW. Prin mărirea puterii unitare a cazanelor şi grupurilor se încearcă scăderea investiţiilor la 50 £/kW.

Randamentul cel mai bun, 31,46% îl are centrala Portobello de lîngă Edinburgh. Mărimea cazanelor: 245, 390, 613 şi recent pînă la 1000 t/h. Grupurile preferate de 120 MW cu răcire cu hidrogen.

E *i.s.*

Programul E.d.F. pentru turbine cu gaze. C h a m b a d a l, P. *Oil Engine and Gas Turb.* vol. 25 (1957) nr. **289**, pag. 200—202.

621.438 :620.9

În Franţa se instalează mai multe grupuri cu turbine cu gaze pentru acoperirea vîrfurilor locale. Pentru a evita pierderi la transportul energiei electrice, grupurile se montează direct în centrele mari de consum. Generatoarele electrice sînt maşini sincrone, care decuplate funcţionează pentru ameliorarea factorului de putere. S-au ales turbine cu gaze atît pentru rapiditatea pornirii cît şi datorită investiţiilor mai reduse. La durata de utilizare redusă a vîrfurilor, consumul mai mare de combustibil este acceptabil.

Se prezintă o privire de ansamblu asupra grupurilor. Ca prim grup este menţionat cel de 12,5 MW funcţionînd în ciclul închis din 1951 la St. Denis şi cele două grupuri de 1,4 respectiv 1,5 MW din Reims şi Ajaccio alimentate din două gazogene cu pistoane libere. Celelalte grupuri instalate sau prevăzute sînt de puteri unitare de 6 MW, extinderea programului urmînd a se face cu unităţi de 12—15 MW.

E *i.s.*

Instalaţie termică solară în Azerbaidjan; K o g a n I. B. *Energhetic* nr. **1** (1958), pag. 15

620.92

În colhozul Ordjonikidze, R.S.S. Azerbaidjan, a fost construită o instalaţie termică solară destinată băii comunale.

Instalaţia constă din baterii de captare de căldură din plăci de aluminiu acoperite cu vopsea mată, în negru. Pe acestea sînt aşezate serpentine prin care circulă apa ce urmează să se încălzească. Temperatura plăcilor de aluminiu în timpul verii ajunge la 160—170°C şi încălzeşte apa pînă

la 75°C. Chiar şi în zilele friguroase ale lunii octombrie, temperatura apei calde ajunge la 62°C.

Costul instalaţiei precum şi economicitatea ei s-au dovedit satisfăcătoare.

E *g.c.*

Termoenergetica

Noi tipuri de cazane de abur la uzinele din Taganrog *Energomaşinostroienie* nr. **1** (1958), pag. 44

621.181

Uzinele constructoare de cazane de abur din Taganrog au proiectat şi construit în anul 1957 patru tipuri noi de cazane pentru centralele electrice.

1. Cazanul TP—90, conceput pentru funcţionarea în bloc cu turbina de 150 MW la parametrii aburului 140/30 ata şi 570/570°C. Debitul cazanului este de 500 t/h, iar la supraîncălzirea intermediară 445/th.

Temperatura apei de alimentare este de 230°C, a gazelor de ardere 121—124°C şi a aburului cald de 353—405°C.

2. Cazanul TP—80 conceput pentru funcţionarea în bloc cu turbina de termoficare de 50 MW la parametrii aburului 140 ata şi 570°C cu un debit de 420 t/h. Temperatura gazelor de ardere este de 124°C.

3. Cazanele TP—13 şi TP—18, la parametrii aburului 100 ata şi 540°C pentru un debit de 220 t/h avînd temperatura gazelor de ardere 215°C.

E *g.c.*

Turbine cu abur pentru presiuni şi temperaturi înalte. Brennecke C. şi Schin R.: *V.D.I — Z*, vol. 99 (1957) nr. **24**, pag. 1165—1171 şi nr. **25**, pag. 1233—1244.

621.181

Se subliniază că pentru proiectarea unei turbine cu abur care să lucreze la o presiune a aburului de 325 ata şi o temperatură de 650°C este necesară găsirea de noi forme constructive.

După ce se prezintă evoluţia problemelor de construcţie a turbinelor, se arată care sînt materialele de utilizat pentru temperaturi mai mari ca 593°C. Astfel oţelurile austenitice au fost încercate în 15 instalaţii de turbine cu abur la o temperatură a aburului de 565°C. Ţevile de abur au fost confecţionate din oţeluri feritice forjate, cu conţinut de 3% Cr şi 1% Mo. Instalaţiile au funcţionat circa 6 000 ore în care timp s-au determinat cu oarecare aproximaţie limitele de utilizare a oţelurilor austenitice şi a celor feritice.

Oţelurile cu conţinut de 12% Cr formează tranziţia de la oţelurile feritice slab aliate, la cele austenitice. Oţelurile austenitice turnate au prezentat crăpături la solicitări termice, iar la forjare sînt de preferat grosimi mici ale pereţilor pieselor.

Construcţia din oţel austenitic trebuie să fie termo elastică.

E *a.ca.*

Mărirea economicităţii centralelor electrice de termoficare urbană. Zîkov S.A.: *Elektriceskie stanţii* nr. **1** (1958), pag. 33—36

621.311.22 :697.34

Folosirea tipurilor existente de turbine de termoficare (VT—25—4, VT—25—5, VPT 50—2 şi VPT—50—3) nu conduce în toate cazurile la cea mai economică schemă termică pentru centralele de termoficare urbană. În ultima vreme se constată o tendinţă de îmbunătăţire a unor caracteristici şi indici ai turbinelor de termoficare dintre care se remarcă:

— reducerea limitei minime a presiunii prizei de termoficare urbană pînă la 0,5 ata;

— pentru turbinele de mare putere, crearea prizelor nereglabile pentru termoficare urbană, care permit alimentarea cu căldură în condiţii optime a coloniilor muncitoreşti situate în apropierea marilor centrale cu condensaţie;

— preluarea vîrfului sarcinii termice prin cazane de vîrg etc.

În articol, autorul analizează şi problema încadrării în sistem a CET situate în oraş sau în afara acestuia precum şi caracteristicile optime ale agregatelor de termoficare şi încărcarea prizelor de termoficare în ambele cazuri.

E *g.c.*

Centrala electrică de termoficare din Coburg. Dengler, F. *Energie*, an 9 (1957), nr. **11**, pag. 447—451.

621.311.22 :697.34

Creşterea rapidă a consumului electric şi apariţia cîtorva consumatori mai mari de căldură, între care cel mai mare fiind abatorul comunal, a pus în faţa Întreprinderii Comunale din Coburg problema construirii unei centrale electrice de termoficare. Iarna relativ lungă, dar nu prea grea, a făcut rentabilă termoficarea urbană. Amplasamentul centralei a fost ales lîngă uzina de gaz aparţinînd aceleiaşi întreprinderi. Alegerea acestui amplasament a fost determinată de următoarele avantaje: amplasamentul este în centrul de consum termic şi electric, gospodăriile de apă de răcire, cărbune, atelierele şi paza comune.

S-a ales o turbină cu aer cald de 6,6 MW din următoarele considerente: a) marea elasticitate a instalaţiei, b) gospodăria simplă de combustibil, c) consum mic de apă de răcire, d) independenţă de reţea.

Schema termică a centralei cuprinde un ciclu închis de aer format din două compresoare precedate de cîte un răcitor, un recuperator de căldură, cazanul de aer şi turbina. Aerul eşapat din turbină, după ce încălzeşte în recuperator aerul ce intră în cazan, intră în răcitorul compresorului de joasă presiune şi reîncepe ciclul. Cazanul primeşte aerul încălzit de recuperator cu 37 ata şi 375°C şi îl livrează turbinei la 660°C. Turbina eşapează aerul la 8 ata şi 400°C. Răcitoarele compresoarelor încălzesc apa de reţea de la 35—40°C la 100—110°C. Raportul între puterea electrică şi căldură livrată se reglează prin variaţia temperaturii aerului ce intră în compresoare. Pentru a da independenţă sistemului, apa de reţea poate fi înlocuită parţial sau total în răcitoarele de aer, cu apă brută de răcire.

Turbina, cu o turaţie de 8 200 rot/min, este cuplată printr-un reductor la un generator de 8 MVA.

Sarcina termică maximă este de 13,44 Gcal/h. Pentru acoperirea vîrfurilor şi ca rezervă s-au instalat două cazane de abur de 10/12 t/h şi 13 at. Reţeaua de termoficare este formată din bucle magistrale de ∅ 175 sau 150 mm aşezate în canale sau învelite în beton. Pe parte electrică centrala este legată de sistem prin două staţii, una de 110/50/15 kV şi una de 50/15 kV. Centrala acoperă în cursul iernii 25—30% din sarcina oraşului.

E *ad.b.*

Pornirea unui bloc de 150 MW la CTE Cerepeţk. Procopenko A. G., Kruşel G. E. Krîjianovski V.A. *Teploenerghetica* nr. **2** (1958), pag. 8—18

621.311.22 :004

La CTE Cerepeţk-U.R.S.S., în decurs de trei ani au fost instalate trei turbine de 150 MW cu parametrii aburului 170 ata şi 570°C, cu supraîncălzire intermediară la 34 ata şi 525°C. Acestea sînt instalate în bloc cu cîte două cazane TP—240. În decurs de 3 ani primul bloc a fost oprit şi pornit de 14 ori.

Durata de pornire de la aprinderea primului arzător al unui cazan pînă la încărcarea turbinei la sarcina nominală 130—150 MW a fost, în medie, de 74 h.

În baza experienţei de pornire în bloc şi a prescripţiilor tehnice ale uzinei constructoare se dau indicaţii pentru pornirea blocurilor de 150 MW.

E *g.c.*

Influenţa frecvenţei reţelei asupra siguranţei de exploatare a paletelor turbinelor cu abur. Drahyl: *Energetica*, Č.S.R. 7 (1957) nr. **8**, pag. 423—426

621.311.22 :621.165 :621.3.072.6

Se expune marea importanţă de a menţine frecvenţa reţelei electrice în jurul lui 50 ± 0,5 Hz. Acest lucru decurge

din faptul că variaţia de frecvenţă influenţează siguranţa de exploatare a paletelor turbinelor de abur.

În cazul abaterii de la frecvenţa nominală a reţelei de 50 Hz se modifică forţele oscilante din paletele turbinelor cu abur ceea ce poate duce la rezonanţă sau în unele cazuri la ruperea lor.

E *a.ca.*

Electroenergetica

Aprecierea economică comparativă asupra transportului la distanţă în curent continuu şi în curent alternativ. Gher-sengorn, A. I., Rocotean S. S. şi Sandler P. E.: Teploelectroproiect *Elektricestvo* nr. 5 (1958)

621.316.12/13.003

Pentru comparaţia între transportul la distanţă în curent continuu şi curent alternativ se consideră că se transportă aceeaşi putere şi energie, la aceeaşi distanţă, în aceleaşi condiţii meteorologice etc. La acelaşi nivel de izolaţie tensiunea nominală a liniei de curent alternativ este jumătate din tensiunea liniei de curent continuu. În aceste condiţii, pentru aceeaşi densitate de curent secţiunea couductoarelor liniei de curent alternativ este mai mare cu circa 15%, iar consumul de material neferos este de $\sqrt{3}$ ori mai mare. Deci preţul liniei de transport în curent continuu este sensibil mai mic decît al liniei de curent alternativ.

Staţiile ridicătoare şi coboritoare sînt mai simple şi mult mai ieftine în curent alternativ decît în curent continuu.

De asemenea pierderile de energie sînt mai mari în staţiile de curent continuu faţă de cele de curent alternativ.

La Teploelectroproiect s-au făcut calcule comparative, luîndu-se diferite puteri de transport, respectiv energii la diferite tensiuni şi distanţe. Din calcule a rezultat că la valori mici ale puterii şi energiei (500 MW, 2,5 miliarde kWh/an) limita economică de folosire a curentului continuu şi alternativ este între 900—1 000 km.

Pentru o putere de 750 MW limita economică este între 850—1 000 km, dacă pe linie nu sînt staţii intermediare, iar dacă sînt astfel de staţii care scumpesc soluţia în curent continuu domeniul de utilizare al curentului alternativ se ridică pînă la circa 1 300 km, limita economică găsindu-se între 1 300—1 500 km.

E *i.i.*

În legătură cu folosirea transportului în curent continuu pentru îmbunătăţirea stabilităţii. Poleac G. I. şi Salita P. Z.: *Electicestvo*, nr. 5 (1958)

621.316.12 :621.3.016.35

Cercetările pe care le-a făcut Institutul de curent continuu din U.R.S.S. pentru transportul simultan în curent alternativ, 500 kV, pe linia Stalingrad-Moscova şi în curent continuu pe linia Stalingrad-Donbass 800 kV au arătat că transportul în curent continuu îmbunătăţeşte stabilitatea statică şi dinamică pentru transportul în curent alternativ.

Îmbunătăţirea stabilităţii statice se realizează influenţînd transportul în curent continuu cu ajutorul unor dispozitive care sezisează creşterea unghiului δ_{linie}, respectiv stricarea stabilităţii statice. În această situaţie se mai descarcă linia de curent alternativ şi se încarcă mai mult linia de curent continuu.

Stabilitatea dinamică s-a studiat în cazul unui defect pe linia de curent alternativ. Printr-o forţare de scurtă durată şi prin compundarea transportului în curent continuu în funcţie de alunecarea generatoarelor, realizîndu-se variaţii relativ mici ale sarcinii transportate în curent continuu, s-a obţinut amortizarea perturbărilor rotoarelor generatoarelor.

Variaţiile de sarcină realizate pe linii sînt prea mici faţă de puterea sistemelor receptoare (Moscova şi Donbass) pentru a produce la acestea fenomene nedorite.

E *i.i.*

Cercetări operative*) pentru determinarea rezervei de putere. Leonard Arnoff, John Chambers: *Trans. A. I.E.E.* (1957) P. III *Power App and Systems* p. 316/328 4 fig., 11 tabele, 10 ref. bibliografice.

621.316.15 :621.311.1

Se tratează problema determinării rezervei de putere necesare într-un sistem energetic dat împreună cu problema determinării mărimii celei mai adecvate pentru noile unităţi turbogeneratoare precum şi momentul cînd trebuie instalate, considerîndu-se date numărul şi mărimea diferitelor generatoare din sistem, mărimea noilor unităţi (predeterminate), planul de revizii şi reparaţii curente şi puterea disponibilă datorită interconexiunilor se cercetează mărimea rezervei de putere luîndu-se în considerare posibilitatea de defectare a maşinilor şi cazanelor, dinamica de variaţie a sarcinii sistemului şi riscul maxim admisibil de întrerupere permis de sistem. Se determină dinamica consumului de putere pornind de la curbe clasate liniarizate şi considerîndu-se numai zilele lucrătoare (255 zile/an). Pe baza unei drepte, care stabileşte o corelaţie între variaţia anuală procentuală a energiei şi variaţia procentuală a raportului între energia totală anuală şi suma vîrfurilor celor 255 zile de lucru, se determină în funcţie de creşterea energiei creşterea vîrfurilor de consum. Se determină de asemenea o curbă medie de distribuţie lunară a vîrfurilor zilnice. Se consideră reparaţiile şi reviziile planificate ca o sarcină care se adaugă la valoarea consumului.

Folosind cunoscuta lege de distribuţie binominală a probabilităţilor şi admiţînd probabilităţi de avariere de 1 şi 2% se stabileşte probabilitatea compusă de avariere a diverse puteri pentru un sistem echivalent sistemului dat în care s-au ales mărimi cu puteri multiplu de 25 MW (tabela 1). Probabilitatea de a avea 0 MW avariaţi pentru sistemul cu 22 mărimi (tabela 1) şi pentru o avarie probabilă de 2% este $0{,}98^{22} = 0{,}641171$. O avarie de 25 MW poate proveni numai din avarierea unei unităţi de 25 MW deci pentru sistemul nostru $C_3^{'1}\ (0{,}98)^{21}\ (0{,}02)^1 = 0{,}039255$. Există două

Tabela 1

Modelul unui sistem echivalent

Sistemul dat			Sistemul echivalent		
Nr. unităţilor	Mărimea MW	Total MW	Nr. unităţilor	Mărimea MW	Total MW
1	240	240	1	250	250
3	140	420	3	150	450
2	100	200	2	100	200
2	80	160	2	75	150
2	72	144	2	75	150
9	*	460	9	50	450
3	*	94	3	25	75
22		1 718	22		1 725

*) Diverse grupuri

modalităţi de a avea o avarie de 50 MW, fie un grup de 50 MW sau două de 25 MW, adică C^1_9 (cele 9 grupuri). $(0{,}98)^{21}\ (0{,}02)^1 + C^2_3(0{,}98)^{20}\ (0{,}02)^2 = 0{,}118567$. Se procedează la fel în continuare pînă se ajunge la probabilităţi foarte mici (pentru 650 MW 0,000001) şi se stabileşte o tabelă de probabilităţi pentru diverse puteri multiplu de 25 MW. Dacă se adaugă reviziile planificate, care sînt o dată pe an (o lună) după prima instalare şi apoi la 3 pînă la 3,5 ani pentru cazane şi se ţine seama de curba de distribuţie în timpul unei luni a puterilor maxime zilnice se poate determina o curbă de încărcare tipică pentru o lună dată care indică cîte zile pe lună vom avea o anumită sarcină dată (care include reviziile planificate şi avariile). Admiţînd un anumit risc de întrerupere, de obicei 1 zi la 10 ani, se poate deduce valoarea puterii care asigură această valoare şi, din comparaţie cu disponibilităţile sistemului, rezerva necesară sau eventuala

*) Termenul se referă la un nou gen de analiză cercetat de autor în cartea „*Introduction to operations resarch*, Wiley, 1957

necesitate de a monta grupuri noi. Se discută efectul erorilor de estimare a diverşilor factori şi economiile care rezultă din acceptarea unui risc de întrerupere mai des (1 zi la 5 ani sau 1 zi la 2 ani). De asemenea, se cercetează efectul economic al montării unor grupuri de 240 MW în raport cu 340 MW. Se ajunge la următoarele concluzii generale:

1. Ritmul de creştere al consumului nu influenţează mărimea grupului turboalternator ce trebuie montat.

2. Cu cît posibilitatea de defect este mai mare cu atît sînt mai avantajoase unităţile mai mici şi invers.

3. Cu cît riscul de întrerupere este mai mare (de exemplu, 1 zi la 2 ani în loc de 1 zi la 10 ani) devine interesant să se adopte unităţi mai mari.

4. Cu cît interconexiunile au capacitate mai mare sînt recomandabile unităţi mai mari.

E *a.r.*

Post de transformare pe stîlp. Maginel Ph. *Electricité* an 41 (1957) nr. **244**, pag. 293—299.

621.316.262

Articolul descrie un nou tip de post de transformare pe stîlp pus la punct pentru instalaţii rurale de Societatea „Electricité de France" şi diferite firme constructoare. Noul transformator dă posibilitatea să se ajungă cu reţelele de înaltă tensiune pînă aproape de abonaţii principali, evitînd lungimile mari de reţele de joasă tensiune şi reducînd mult cheltuielile de electrificare.

Schema postului de transformare aerian este foarte simplă prevăzînd, în afara transformatorului, numai un întreruptor-separator de înaltă tensiune şi un disjunctor de joasă tensiune tetrapolar.

Puterile transformatoarelor sînt de 16,25 şi 40 kVA. Tensiunea primară este de 5, 5, 10, 15 şi 20 kV; trebuie menţionat că la transformatoarele sub 15 kV toate părţile care reprezintă izolaţia sînt dimensionate la 15 kV pentru ca, în cazul unificării tensiunilor primare, să nu rămînă de modificat decît bobinajul. Tensiunea secundară este de 230/398 V sau 133/230 V.

Articolul dă indicaţii asupra modului de prindere a transformatorului de stîlp, detaliilor de execuţie a transformatorului (cuve, borne, etc) precum şi a echipamentului de protecţie, în special a protecţiei termice.

E *a.f.*

Conferinţa tehnico-economică „Aparate de înaltă tensiune" *Deutsche Elektrotechnik* (1958), nr. **3**, pag. U53—U54.

621.316.262.005

Conferinţa a fost organizată de industria aparatelor de înaltă tensiune (în special transformatoare, întreruptoare şi transformatoare de măsură), la Dresda, între 16—17 ianuarie 1958, în scopul de a se discuta măsurile concrete ce trebuie luate în vederea dezvoltării producţiei de aparate de înaltă tensiune, în următorii 10—15 ani (al doilea şi al treilea plan cincinal).

Problemele importante dezbătute au fost:

1. Stabilirea cantităţilor de aparate necesare consumului intern şi exportului.

2. Posibilităţile materiale în vederea dezvoltării producţiei.

3. Măsurile ce trebuie luate pentru realizarea planurilor propuse.

Printre tipurile noi de aparate de înaltă tensiune, prevăzute a se executa de către industria R.D. Germană, se enumeră:

— transformatoare de 250 MVA, pentru montaj bloc cu generatoarele, în construcţie monofazată, cu tensiunea superioară 220 kV;

— transformatoare cu bobinaje de Al;

— întreruptoare cu aer comprimat de 110 kV, 4 000 MVA; 320 kV, 8 000 MVA, 400 kV, 12 000 MVA;

— întreruptoare cu ulei puţin pînă la 110 kV, 2 500 MVA (mai tîrziu 4 000 MVA);

— separatoare pentograf (cu foarfecă) de 110—400 kV;

— transformatoare de tensiune capacitivă pînă la 400 kV;

— transformatoare de curent de 400 kV.

Unele grupe de lucru ale Conferinţei s-au ocupat şi de problemele productivităţii muncii, cadrelor şi economice.

E *gh.b.*

Instalaţia de A. A. R.—R. A. R. pentru barele serviciilor auxiliare şi pentru barele staţiilor coborîroare Aleksandrov I. N. şi Krasnovski A. Z.: *Elektr. stanţii* 28 (1958) nr. 9, pag. 54—59, 8 fig.

621.318.5 : 621.311.2 : 621.316.26

Schemele de A. A. R. (anclanşare automată a rezervelor) sînt introduse pe scară largă pentru alimentarea serviciilor auxiliare; totuşi se mai înregistrează cazuri frecvente cînd din cauza unei alegeri, respectiv alcătuiri necorespunzătoare a schemei A. A. R. apar avarii în exploatare. Se constată, de asemenea, că deşi schemele de R. A. R. (reanclanşare automată rapidă) au dat rezultate bune şi în alimentarea serviciilor auxiliare, ele nu sînt încă totdeauna folosite în aceleaşi instalaţii. În legătură cu problemele arătate, în articol se examinează o nouă schemă de A. A. R. combinată cu R. A. R., potrivită atît pentru serviciile auxiliare din centrale, cît şi pentru staţii.

Schema se caracterizează prin faptul că poate fi uşor adaptată la diverse condiţii specifice locale, prin numărul redus de relee şi prin calităţile ei de exploatare uşoară şi simplă.

Maşină pentru simetrizare de construcţie nouă Löbl O.: *ETZ-A* 79 (1958) nr. 4, pag. 100—103, 8 fig., 8 ref. bibl.

621.314.252

Reţelele moderne implică racordarea unor consumatori monofazaţi (cuptoare electrice, tracţiune electrică etc) care strică simetria reţelei. Autorul care s-a ocupat şi în trecut de problema definirii noţiunii de disimetrie a reţelelor alternative trifazate (v. ETZ-A 72 (1951) pag. 229) se ocupă la început cu definiţia puterii de disimetrie (Schieflast). $F = U_1 I_i \sqrt{3}$, unde U_1 este tensiunea între faze presupusă simetrică, iar I_i este componenta inversă a curentului. Dacă tensiunile între faze alcătuiesc un sistem oarecare de vectori disimetria se defineşte ca

$$\overline{F} = \overline{U}_a \overline{I}_a + \overline{U}_b \overline{I}_b + \overline{U}_c \overline{I}_c = 3\,\overline{U}_0 \overline{I}_0 + 3\overline{U}_i \overline{I}_d + 3\overline{U}_d \overline{I}_i .$$

Folosind noţiunea de curent monofazat echivalent (L_e introdusă de Rüdenberg) disimetria devine $F = U_1 I_e$.

Problema care se pune este găsirea unei maşini care să transforme sarcina monofazată într-o sarcină trifazată ceea ce permite simetrizarea reţelei. Se descrie, în articol, modul de realizare al unei maşini pentru simetrizarea sarcinilor monofazate. Maşina se compune dintr-un stator cu trei înfăşurări dispuse în mod obişnuit la 120° dintre care numai două sînt legate la reţeaua trifazată, iar a treia este legată la reţeaua monofazată.

Rotorul este excitat cu curent continuu şi posedă o puternică înfăşurare de amortizare. Se descriu rezultatele încercărilor obţinute cu o astfel de maşină transformată dintr-o maşină mică asincronă.

Solicitarea reţelelor de înaltă tensiune la supratensiuni sau supraintensităţi după modul de tratare al neutrului. Funk Gernot: *ETZ-A* vol. 79 (1958), nr. 2, pag. 46—52; 14 fig., 4 tabele

621.311.1.027.3.064.1

În conformitate cu normele VDE 0111/3,58, cap. 6 reţelele electrice pot avea diverse moduri de tratare a neutrului ceea ce conduce — în cazul defectelor nesimetrice — la solicitări importante datorită supratensiunilor sau supraintensităţilor, după tipul de legare la pămînt a neutrului.

Se examinează în primul rînd influenţa legării directe la pămînt a neutrului, comparîndu-se valoarea curentului de scurtcircuit monofazat cu cel trifazat pentru diverse puncte de defect de-a lungul liniei de transport. Pentru scurtcircuite la capătul liniei de transport curentul de scurtcircuit monofazat depăşeşte scurtcircuitul trifazat.

Pentru a limita valorile curenţilor de scurtcircuit monofazat se recurge la două procedee; punerea la pămînt parţială

a neutrelor transformatoarelor sau punerea la pămînt prin bobină. În conformitate cu normele amintite, din punct de vedere al punerii la pămînt, rețeaua electrică este caracterizată prin doi coeficienți : coeficientul eficacității punerii la pămînt $m = U_f/U_e$ unde U_f este tensiunea efectivă a fazei sănătoase și U_e tensiunea efectivă de exploatare între două faze și coeficientul sau parametrul rețelei x_0/x_d, unde x_0 este reactanța homopolară și x_d reactanța directă redusă la punctul de defect.

Rețele cu $m \leqq 0{,}8$ se consideră cu neutrul legat direct la pămînt ; ele au $x_0/x_d \leqq 5{,}18$. Punerea la pămînt a neutrului prin bobină de stingere sau legarea directă numai parțială la pămînt micșorează curenții de scurtcircuit însă conduce la o supratensionare a fazelor sănătoase. Rezistența tehnică a traseului de scurtcircuit deși nu influențează domeniul pentru care $m \approx 0{,}8$ prezentă datorită, în special, rezistenței homopolare, o aplatizare a fenomenelor de supratensiune. Efectul ei este luat în considerare prin parametrul x_0/x_d (rezistența homopolară). O influență importantă o are și impedanța homopolară a transformatoarelor. Mărimea reactanței homopolare constituie un indiciu al posibilității de încărcare a neutrului. Transformatoarele pentru care $x_0/x_d \leqq 1$ sînt capabile de o încărcare maximă adică cu 1/3 din puterea nominală. Aceste transformatoare au tensiuni stelate sinusoidale.

Avantajul unui anumit mod de tratare a neutrului trebuie cercetat și pe baze economice. În orice caz, trebuie amintit în conformitate cu VDE 0111/3.58 cap. 12 și 13 că alegerea sistemului cu neutrul legat direct la pămînt conduce la posibilitatea alegerii unei clase de izolație reduse.

E *a.r.*

Hidroenergetica

Metodica determinării asigurării de calcul al puterii centralelor hidroelectrice proiectate. Feldman M. P., Drujinin I. P., : *Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo* (U.R.S.S.) **27** (1958) nr. 3, pag. 38—45

621.311.21.001

Criteriul economic pentru alegerea asigurării de calcul al puterii unei centrale hidroelectrice reprezintă minimul cheltuielilor pentru economia națională, comparînd investițiile și cheltuielile de exploatare ale centralei cu pierderile datorite neacoperirii unei părți din curba de consum.

În vederea determinării acestui minim autorul calculează în primul rînd expresia cheltuielilor anuale ; derivînd expresia funcției de puterea centralei P și egalînd derivata cu zero se determină puterea pentru care cheltuielile anuale sînt minime, de unde rezultă și durata de utilizare respectiv $P_{ec} = f(p)$.

Diagramînd apoi funcțiile $\frac{\partial(E_{def})}{\partial P} = f(p)$ și $P_{ec} = f(p)$ autorul consideră optim punctul în care cele două curbe se intersectează.

În continuare autorul calculează o serie de coeficienți auxiliari pe care îi discută. Articolul este însoțit de un exemplu de calcul.

E. *a.f.*

Asupra problemei determinării puterii uzinelor hidroelectrice cu evacuatori de ape mari în ejector. Nikolaev N. V. : *Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo* (1958), nr. **1**, pag. 41—43

621.311.21

Pe baza unor calcule energetice, autorul stabilește relații de calcul a puterii uzinelor hidroelectrice cu evacuatori de ape mari în ejector. Analizînd aceste relații el trage următoarele concluzii :

1. Debitul evacuat prin ejectorul-descărcător trebuie să fie cel puțin egal cu dublul debitului trecut prin turbină.

2. Ejectorul-evacuator dă posibilitatea de a calcula puterea uzinei la debite de ejecție care întrec de 4—6 ori debitul turbinei. Vitezele apei în clădirea centralei scad simțitor față de viteza în schema uzinei clasice.

3. Efectivitatea funcționării ejectorului evacuator nu depinde de nivelul în bieful aval, ceea ce permite să se utilizeze sistemul și în cazurile în care ejecția în bieful aval nu are efect.

4. Datele experimentale indică posibilitatea utilizării noului tip de evacuatori în condiții foarte economice.

E. *a. f.*

Amenajarea rîului Tokke. Due P. B. : *Teknisk Ukeblad* (Norvegia) vol. 104 (1957) nr. **32**, pag. 708—714

621.311.21

Se descriu uzinele construite în bazinul rîului Tokke (Norvegia). Planul de amenajare cuprinde următoarele uzine pe rîul principal :

Tokke 1 (Dalen) 400 MW
Tokke 2 (Vinje) 145 MW cu un lac de 258 milioane m³
Tokke 3 (Totak) 80 MW cu un lac de 625 milioane m³
Tokke 4 (Hyljelihyl) 30 MW

și un număr de alte patru uzine pe afluenți.

Cea mai importantă dintre ele, uzina Dalen captează atît apele rîului, cît și cele ale afluentului principal Vinje. Aducțiunea principală are o lungime de 17,5 km cu o secțiune de 75 m² ; lungimea maximă între ferestrele de atac a fost 5,5 km.

Două conducte forțate, montate subteran, conduc apa la centrala, de asemenea subterană, în care sînt montate cele patru grupuri cu turbine Francis de 100 MW, lucrînd la o cădere netă de 372 m.

E. *a. f.*

Energetica nucleară

Învățăminte din accidentul de la Windscale. Wiesenack, G. *Atomwirtschaft* vol. 3 (1958) nr. **5**, pag 183—188

621.039

Încă în anul 1953, Sir Ch. Hinton a pus problema dacă nu ar fi indicat ca luîndu-se toate măsurile de siguranță să se lase un reactor să se ambaleze pentru a se putea urmări mărimea și gradul de gravitate al unor avarii posibile în exploatare. Mai tîrziu Comisia atomică americană a făcut o astfel de experiență cu unul din reactoarele sale. Accidentul de la Windscale a oferit în această privință prilejul unei experiențe cu totul speciale.

Pe baza rapoartelor publicate de Autoritatea Energiei Atomice din Anglia, autorul, după ce reamintește împrejurările și desfășurarea avariei, expune măsurile organizatorice și de siguranță propuse de Comisia britanică de anchetă și trage o serie de concluzii pentru situația din R. F. Germană.

Din punct de vedere tehnic ancheta a pus în evidență necesitatea ca aparatele de măsură să dea indicații personalului nu numai asupra valorilor diferitelor mărimi în condiții normale de exploatare, ci și asupra celor ce ar putea interveni în orice alte condiții de funcționare, cît și necesitatea ca să se evite elemente constructive complicate mobile în miezul reactorului sau în zonele expuse radiației.

Din punct de vedere organizatoric este necesară o precizare foarte clară a responsabilităților, instrucțiuni scrise de punere în funcțiune și exploatare, alegerea corespunzătoare a personalului, întărirea exploatării cu readucerea în conducerea ei a unor specialiști corespunzători și în fine o ameliorare a structurii organizatorice de ansamblu în acest domeniu în care în Anglia lucrează 15 000 oameni, din care 1 200 specialiști cu înaltă calificare. De asemeni trebuie întărită și extinsă activitatea organelor teritoriale de protecție contra radiațiilor.

E. *i.s.*

Energia atomică în Italia 1958. Villani, S. *Atomwirtschaft* vol. 3 (1958) nr. **5** pag. 196—198

621.039

Numeroasele știri în legătură cu încheierea de contracte pentru construcția de centrale atomoelectrice în Italia ar putea conduce la impresia că în această țară s-ar lucra deja în plin pe numeroase șantiere. În realitate majoritatea contractelor nu au trecut în faze de realizare deoarece este normal să se aștepte ca prototipurile instalațiilor contractate să fie puse în funcțiune mai întîi în țările furnizoare — Anglia sau S.U.A. — și după ce se vor fi dovedit corespunzătoare, să se treacă la construcția centralelor italiene.

Cercetarea în domeniul nuclear, întreruptă prin plecarea lui Fermi, a reînceput de abia în 1946 şi deşi fondurile disponibile în această direcţie au fost reduse s-au obţinut realizări remarcabile. Astfel se ajunsese în situaţia ca în 1954 să fie gata de realizare proiectul unui reactor cu uraniu natural şi apă grea, cu o putere termică de 10 MW. Lipsa de fonduri nu a permis însă construcţia acestei instalaţii, care ar fi constituit o realizare exclusiv italiană.

Crearea Comitetului naţional pentru cercetări nucleare şi intervenţia statului în acest domeniu au îndreptat dezvoltarea în acest domeniu spre import de instalaţii din Anglia şi SUA. Primul reactor experimental de 5 MW ce va fi livrat din SUA şi va funcţiona cu uraniu îmbogăţit şi apă grea se va instala la Ispra în Lombardia, unde clădirile necesare sînt în curs de execuţie. Va urma probabil o centrală atomoelectrică în Nordul Italiei cu un reactor de 134 MW din SUA, pentru care a început proiectarea şi lucrările pregătitoare. Cu reactori cu uraniu natural şi grafit, se intenţionează realizarea în colaborare cu firme şi specialişti englezi a unei CAE de 200 MW în Nordul Italiei şi a altor două în partea de mijloc şi de sud a ţării.

Un impediment în dezvoltarea activităţii pentru folosirea energiei nucleare îl constituie lipsa unei legiferări care să orienteze politica economică în acest domeniu.

E. *i.s.*

Energia nucleară în Spania *Atomwirtschaft* vol. 3 (1958), pag. 208

621.039

În Spania întreprinderile de alimentare cu energie electrică au constituit trei grupe de lucru pentru realizarea de centrale atomoelectrice. Prima grupă intenţionează să construiască pînă în 1964 o CAE de 220—250 MW la Sobron care să alimenteze cu energie Ţara Bascilor şi provincia Santander. Cea de a doua grupă are în vedere o CAE în centrul Spaniei, în timp ce ultima va pregăti o centrală atomoelectrică în Catalonia.

Pentru realizarea proiectelor centralelor atomoelectrice cu o participare cît mai mare a industriei indigene s-au format trei întreprinderi la care participă specialişti din toate domeniile interesate.

E. *i.s.*

Proiectul sovietic al unei centrale atomoelectrice de 420 MW. *Energietechnik*, vol. 8 (1958) nr 3, pag. 105—110, 5 fig.

621.039

Articolul prezintă pe baza broşurii distribuite în iunie 1957 la Belgrad de delegaţia sovietică la Sesiunea parţială a Conferinţei Mondiale a Energiei, principalele caracteristicii ale unei centrale atomoelectrice de 420 MW, ce urmează a intra în funcţiune în U.R.S.S. în 1960.

Acest proiect a fost deja descris în Energetica, vol. 5 (1957) nr. 8, pag. 396—399. Articolul citat aduce însă o prezentare mult mai detaliată.

E. *i.s.*

Folosirea ciclului direct în reactoare fierbătoare cu apă. Alexeenko I. N., *Atomnaia energhia* (1958), *nr. 4*, pag. 336—337

621.039

Cercetările cu reactoare fierbătoare experimentale au arătat că acestea au proprietăţi de autoreglare şi pot funcţiona stabil la volume medii de conţinut de abur în zona activă de 20—25%. Aburul obţinut de reactor fiind foarte puţin radioactiv poate fi folosit direct în turbina cu abur.

Autorul, pe baza experienţelor şi calculelor efectuate, arată că pericolul arderii suprafeţelor de încălzire ale reactorului situate deasupra apei, în zona aburului, nu este real, aşa cum se menţionează în alte lucrări din literatura de specialitate.

E. *g.c.*

CRONICĂ

A XII-a sesiune parţială a Conferinţei Mondiale a Energiei de la Montreal

Între 7 şi 11 septembrie a.c. are loc la Montreal a XII-a sesiune parţială a Conferinţei Mondiale a Energiei cu tema : *„Tendinţe economice în producerea, transportul şi utilizarea combustibililor şi energiei"*.

Această temă va fi tratată în trei secţii principale, în cadrul cărora discuţiile vor avea loc pe subsecţii de specialitate, după cum urmează :

	Numărul rapoartelor prezentate	
Secţia I. **Producere**		
A. *Energie hidraulică*		
A 1 Concepţia sistemelor	13	
A 2 Proiectare şi exploatare	7	
A 3 Probleme generale	13	33
B. *Energie termică*		
Combustibili :		
B 1 Cărbune	12	
B 2 Ţiţei şi combustibili gazoşi	13	
B 3 Energie şi combustibil nuclear	12	
Producere din combustibili convenţionali :		
B 4 Probleme de ansamblu	15	
B 5 Proiectare şi exploatare	6	58
C. *Alte forme de energie*	2	2
Secţia II. **Transport**		
D. *Transport electric*	10	
E. *Transport feroviar şi pe apă*	5	
F. *Transport prin conducte*	4	19
Secţia III. **Utilizare**		
G. *In industrie şi comerţ*	17	
H. *Uz casnic şi rural*	10	
I. *In transporturi*	4	31
Aspecte financiare	3	3
Total general		146

Prin Comitetul Naţional Romîn pentru Conferinţa Mondială a Energiei s-au prezentat două rapoarte româneşti :

B 2 — 10 I. Blum, I. Saphier şi M. Rosenberg: *Consideraţii economice asupra producerii şi utilizării combustibililor clasici în Romînia.*

B 2 — 11 T. Hănciulescu, Gh. Tănăsescu şi M. Metsch: *In legătură cu cîteva metode aplicate în Romînia pentru reducerea preţului de cost al forajului şi extracţia ţiţeiului.*

La lucrările Conferinţei participă din partea ţării noastre :

Ing. N. Gheorghiu, adjunct al ministrului Industriei Grele ca delegat oficial

Prof. ing. C. Dinulescu, Preşedintele Comitetului Naţional Romîn pentru Conferinţa Mondială a Energiei reprezentînd Comitetul, şi

Ing. A. Nissim, directorul general al Trustului de Construcţii şi Montaje Energetice.

O întîlnire rodnică între cadrele didactice şi foştii studenţi ai Facultăţii de electrotehnică şi energetică din Institutul Politehnic din Bucureşti

În ziua de 28 aprilie a.c., la Institutul Politehnic din Bucureşti, a avut loc o întîlnire între membrii corpului didactic şi reprezentanţi ai ultimelor şapte serii de absolvenţi ai Facultăţii de electrotehnică şi energetică. Consfătuirea a fost iniţiată de către decanatul facultăţii şi a avut drept scop să constate în ce măsură pregătirea primită de studenţi este satisfăcătoare pentru problemele pe care absolventul le întîlneşte în producţie.

Totodată, întîlnirea a constituit un prilej fericit pentru menţinerea şi strîngerea legăturilor dintre corpul didactic şi foştii studenţi.

Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R. a contribuit la succesul întîlnirii popularizînd-o în cercurile A.S.I.T. din întreprinderi şi facilitînd venirea în Bucureşti a delegaţilor din provincie.

Au participat:

— din partea conducerii facultăţii: decan *Cornel Penescu* şi prodecan *Eugen Potolea*;

— din partea corpului didactic: prof. dr. ing. *M. Bercovici*, prof. dr. ing. *Dorin Pavel*, prof. ing. *I. D. Stăncescu*, prof. ing. *C. Şteinberg*, conf. ing. *Gleb Drăgan*, conf. ing. *Dan Taşcă*, asistent ing. *Paul Buhuş*, asistent ing. *Simion Florea*, asistent ing. *Ştefan Zarea* etc.;

— din partea foştilor studenţi: 47 de reprezentanţi (40 din Bucureşti şi 7 din provincie) absolvenţi ai şcolilor de hidroenergetică, termoenergetică, electroenergetică, maşini şi aparate electrice. Şi-au trimis reprezentanţi: centralele electrice Doiceşti, Grozăveşti, Borzeşti, Ovidiu II, fabrica Electroaparataj, întreprinderea Electromontaj, şantierul hidrocentralei "V. I. Lenin" Bicaz, Serviciul naţional de dispeceri, Institutul de energetică al Academiei R.P.R., Institutul de Studii şi Proiectări Energetice IPROMET etc.

Cuvîntul de deschidere a fost rostit de către prof. ing. *C. Penescu*, decanul facultăţii, care a salutat pe participanţi şi în puţine cuvinte a sintetizat scopul întîlnirii. În continuare au fost expuse trei referate pregătite din rîndul absolvenţilor.

Ing. *Victor Măru*, absolvent seria 1952, a prezentat un referat în care a expus părerile personale şi experienţa a şapte ingineri care lucrează la Electromontaj.

Ing. Mihai Petcu, absolvent seria 1954, a oglindit în referatul său opiniile mai multor absolvenţi ai secţiei de hidroenergetică. Expunerea sa a fost completată cu pasaje din scrisori trimise de absolvenţi din provincie care nu au putut participa la întîlnire şi care şi-au dat astfel contribuţia la reuşita acesteia.

Ing. *Mihai Ionescu*, absolvent seria 1953, a expus în referatul său experienţa foştilor studenţi ai facultăţii care lucrează în prezent la Centrala de termoficare Borzeşti.

La discuţiile care au avut loc pe marginea referatelor au avut cuvîntul următorii absolvenţi: ing. *Aristide Predoiu* (Electroaparataj), ing. *Nicolae Cohn* (Şantierul Hidrocentralei "V. I. Lenin" Bicaz), ing. *Alexandru Ionescu* (Centrala termoelectrică Grozăveşti), ing. *Horia Furtunescu* (Rafinăria 7, Brazi) ing. *Arcadie Vreme* (Centrala termoelectrică Doiceşti) ing. *Ion Mareş* (I.S.P.E.), ing. *Dragoş Pătrăşescu* (I.P.R.O.M.E.T.), ing. *Laurenţiu Ghioca* (I.S.P.E.), ing. *Constantin Neaţu* (Centrala termoelectrică Borzeşti), ing. Vasile *Zaharia* (Centrala termoelectrică Ovidiu II), ing. *Constantin Bunescu* (Serviciul naţional de dispeceri).

Din referate şi din discuţiile foarte vii au rezultat o serie de concluzii interesante atît pentru desfăşurarea procesului de învăţămînt cît şi pentru activitatea ulterioară a absolvenţilor:

— se poate afirma că pregătirea căpătată în şcoală este bună şi că ea constituie o temelie solidă care permite absolvenţilor să se angreneze în activitatea practică a întreprinderilor în termene foarte scurte;

— actuala specializare pe care o capătă studenţii în cele patru secţii ale facultăţii (electroenergetică, termoenergetică, hidroenergetică, maşini şi aparate electrice) corespunde nevoilor economiei naţionale cu condiţia unei temeinice pregătiri de bază (matematici, fizică, rezistenţa materialelor, electrotehnică, termotehnică, hidraulică etc) şi a unei exigenţe sporite faţă de cursurile adiacente cu specializarea principală;

— întrucît mulţi absolvenţi îndeplinesc funcţia de energeticieni în sectoare industriale din cele mai diferite, ei au resimţit lipsa unor cunoştinţe de tehnologie a principalelor procese industriale;

— în mod cu totul deosebit s-a insistat asupra faptului că pregătirea tehnică trebuie întregită cu un bagaj corespunzător de cunoştinţe economice pe care actualele programe de învăţămînt nu le asigură suficient;

— cunoaşterea limbilor străine este de mare importanţă şi multe voci au cerut ca studiul acestora să fie obligatoriu, iar exigenţa cadrelor didactice la aceste cursuri să fie mult mai mare decît în prezent;

— s-a arătat că un inginer slab pregătit poate aduce economiei naţionale pagube mari şi de aceea examenul de stat să constituie o selecţie severă, o piatră de hotar peste care elementele nepregătite să nu poată trece;

— de multă atenţie s-a bucurat problema practicii studenţilor. Întrucît această chestiune este în curs de rezolvare prin noul regulament de practică elaborat de către Ministerul Învăţămîntului şi Culturii, nu se insistă asupra ei;

— s-au făcut propuneri de îmbunătăţire a unor cursuri sau capitole de cursuri, care sînt analizate, în prezent, de către catedrele respective.

Dintre intervenţiile membrilor corpului didactic redăm pe scurt următoarele:

— prof. ing. *M. Bercovici* a arătat că elanul cu care foştii studenţi au răpuns la invitaţia facultăţii, spiritul critic şi seriozitatea observaţiilor făcute dovedesc preocuparea acestora faţă de progresul tehnicii şi al ştiinţei în patria noastră. Această preocupare poate să dea roadele cele mai bogate prin activitatea de studii şi cercetări în cadrul cercurilor A.S.I.T., la locul de producţie. În spiritul acestei idei şi în calitate de preşedinte al secţiei de electrotehnică şi energetică din A.S.I.T., prof. *M. Bercovici* a făcut un călduros apel ca foştii studenţi să folosească din plin mijloacele pe care A.S.I.T.-ul le pune la îndemînă.

— prof. dr. ing. *Dorin Pavel*, constatînd că toţi aceşti absolvenţi care au luat cuvîntul ocupă în producţie posturi de răspundere, obţinînd deja succese mari în muncă, a tras concluzia că acest lucru se explică nu numai prin avîntul economiei naţionale şi calităţile persoanelor în cauză, dar şi prin buna pregătire primită în şcoală. A îndemnat pe absolvenţi şi pe studenţi să nu se ferească de munca pe şantier şi de exploatare, întrucît acolo se găseşte adevărata şcoală de ingineri dar totodată să menţină legătura cu activitatea de studiu, de proiectare şi cu şcoala;

— prof. ing. *I. D. Stăncescu* şi-a exprimat speranţa că în urma sublinierii importanţei aspectului tehnico-economic al problemelor, cei de faţă vor rezolva problemele întîlnite în activitatea de exploatare în acest spirit, mai ales că după cum se cunoaşte în această privinţă există o rămînere în urmă a exploatării faţă de proiectare. În calitate de redactor responsabil al revistei "Energetica", d-sa a arătat că redacţia aşteaptă mai multe articole care să reflecte experienţa celor care lucrează în producţie şi succesele obţinute în dezvoltarea energeticii la noi în ultimii ani.

Cuvîntul de închidere a fost rostit de prodecan Potolea Eugen, care, mulţumind tuturor pentru contribuţia adusă la succesul consfătuirii, a declarat că în viitor se vor organiza întîlniri între studenţi şi proaspeţii absolvenţi şi şi-a exprimat speranţa că foştii studenţi ai Facultăţii de electrotehnică şi energetică vor sprijini această acţiune menită să întărească legăturile dintre şcoală şi producţie.

Ing. C. Guţu

Andrianov F. B.: **Calcule hidrologice pentru proiectarea centralelor hidroelectrice mici şi mijlocii** (Ghidrologiceskie rascioti pri proiectirovanii malîh i sredniîh ghidroelectrostanţii i), *Ghidrometeoizdat-Leningrad*, 1957 (523 pag. + 2 anexe).

În U.R.S.S., în conformitate cu directivele congresului al XX-lea al P.C.U.S., electrificarea rurală a pornit, de curînd, pe linia realizării de centrale de putere mijlocie intercolhoznice raionale şi chiar de centrale mai mari, interraionale.

Creşterea numărului acestor centrale a pus pe prim plan problema studierii temeinice, dar rapide, a condiţiilor hidrologice corespunzătoare acestor centrale de putere medie şi mică, în care scop, s-a dovedit a fi necesare generalizarea experienţei căpătate mai ales în ultimii zece ani în acest domeniu, colectarea materialelor hidrologice existente şi prelucrate şi indicarea metodicii calculelor, în cazul cînd rîul respectiv nu este studiat suficient sau nu este studiat de loc. În scopul satisfacerii acestei necesităţi, B. F. Andrianov reuşeşte să facă din lucrarea sa un îndreptar complet pentru calculele hidrologice, punînd la dispoziţia proiectanţilor atît materialul teoretic necesar, cît şi părţile esenţiale ale cadastrului hidrologic al U.R.S.S.; mai mult chiar, în fazele iniţiale ale proiectării, calculele pot fi eventual făcute numai pe baza acestui material.

Cartea cuprinde şapte capitole, şi anume:

Cap. I. *Bazele fundamentale ale calculelor hidrologice.* După ce se arată scopurile şi particularităţile calculelor hidrologice necesare proiectării hidrocentralelor, se face o expunere a relaţiilor dintre fenomenele hidrologice şi factorii lor genetici şi se dau noţiunile fundamentale de calcul statistic, în măsura folosirii lui în hidrologie.

Cap. II. *Cercetări hidrologice şi analiza materialelor.* Acest capitol prezintă un deosebit interes practic pentru cercetătorii din U.R.S.S., deoarece în afară de indicaţiile asupra cuprinsului şi extinderii cercetărilor hidrologice, se dă o listă generală a surselor importante de date hidrologice (publicaţii şi materiale de arhivă). O asemenea listă ar trebui, desigur, întocmită cît mai curînd şi la noi în ţară. În acelaşi capitol, se dau îndrumări concrete practice asupra modului în care se pot obţine prin studii şi cercetări directe, pe teren, completări preţioase ale datelor hidrometrice într-un interval relativ scurt, cum şi modul în care trebuie analizate critic datele hidrometrice existente, stabilindu-se, pe baza lor, materialul necesar extinderilor directe sau prin relaţii de la un şir scurt la un şir lung de ani.

Cap. III. *Noţiuni fundamentale de hidraulica albiilor şi aplicarea lor în hidrometrie.* Autorul rezumă noţiunile fundamentale de hidraulică a albiilor şi analizează, în lumina ecuaţiilor scurgerii neuniforme, diversele aspecte ale cheilor limnimetrice. Arată, totodată, influenţa pe care o poate avea un remuu variabil asupra cheilor limnimetrice. Pe baza consideraţiilor teoretice făcute, indică metodele de construire a curbelor de remuu şi de transmitere a cheilor limnimetrice de la un post la altul. Capitolul se încheie cu problema debitului maxim în cazul ruperii barajului.

Cap. IV. *Debitul anual şi variaţia lui.* După o analiză a factorilor determinanţi ai debitului anual şi în special a precipitaţiilor şi a evaporaţiei, se trece la expunerea metodelor de determinare a debitului mediu anual în diferite cazuri şi anume: cînd observaţiile au fost făcute mulţi ani de-a rîndul, cînd au fost făcute numai cîţiva ani, sau cînd nu s-au făcut de loc. Pentru ultimele două situaţii, în care se impune utilizarea hărţilor cu izomodule şi stabilirea de analogii, se dă în anexe o hartă suficient de detaliată (1 : 10 000 000), cu izomodulele debitului mediu pe întreg teritoriul U.R.S.S., iar pentru partea europeană a U.R.S.S. la o scară mai mare (1 : 5 000 000), cum şi un bogat material hidrometric. Se face o temeinică analiză a aspectului statistic al variaţiei debitelor de la un an la altul în toate trei cazurile, indicîndu-se totodată eroarea medie probabilă şi eroarea maximă.

Cap. V. *Distribuţia debitului în interiorul anului. Debitul minim.* Acest capitol este remarcabil, mai ales din punct de vedere al modului de tratare a problemei determinării distribuţiei debitului în cadrul unui an, în cazul cînd observaţiile lipsesc. Autorul atrage atenţia asupra erorilor ce pot decurge din utilizarea raioanelor de tipuri de rîuri, o serie de factori genetici, variind azonal şi recomandă, ca atare, analogia, indicînd totodată materialele de corecţie pentru a ţine seamă de elementele deosebite ale celor două bazine. Acest capitol conţine şi el un bogat material hidrologic concret. Autorul indică apoi modul de utilizare a curbelor de asigurare în calculele hidroenergetice. Capitolul se încheie cu expunerea principiilor de calcul al debitelor minime.

Cap. VI. *Debitele maxime.* Pe lîngă metode de calcul bazate pe analiza genetică a viiturilor şi a apelor mari, capitolul mai conţine şi metode originale de construire a hidrografelor de viituri şi de ape mari, cu aceleaşi bogate referinţe la datele concrete respective din U.R.S.S.

Cap. VII. *Calculele suplimentare legate de construcţia lacului de acumulare.* Calculele privesc volumul necesar al lacului, pierderile de apă din lac, valurile, colmatarea lacului cum şi atenuarea viiturilor.

Anexele, pe lîngă cele două hărţi cu izomodule, mai cuprind extrase largi din cadastrul hidrologic al U.R.S.S. şi diferite tabele auxiliare de calcul.

Fără îndoială că lucrarea va fi foarte utilă şi pentru hidrologia şi hidrotehnicienii romîni, ea recomandînd totodată necesitatea unei lucrări asemănătoare privind ţara noastră. Bineînţeles însă că, în condiţiile de la noi, o asemenea lucrare va trebui să se refere şi la alte aspecte ale aplicaţiilor hidrologice, şi nu exclusiv la hidroenergetică.

Ing. I. Solomon

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R. P. R. şi al Departamentului Energiei Electrice — Redacţia: Bucureşti, Str Ion Ghica Nr 3, Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 13.07.30..13 57.2 şi 16.78.78 - Administraţia şi Casieria: Bucureşti, Calea Victoriei, Nr. 118, Raion I. V. Stalin, Telefon: 13.48.00 — Revista este editată de A.S I.T. — Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercurile A S.I.T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament: Consiliul Central A S.I.T. 071012 D O.C. — B.R.P.R. — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anuală. — Tarif pentru muncitori, tehncieni şi ingineri: lei 30 anual — Preţul unui exemplar: lei 5, Tiparul: Întreprinderea Poligrafică nr. 3. Bucureşti.

СОДЕРЖАНИЕ

* * * **Фредерик Жолио Кюри,** стр 389.

* * * **Вторая Международная Конференция по использованию атомной энергии в мирных целях** стр. 391

I. Stăncescu, A. Mişu и *Gh. Colf*: **Нынешнее положение и тенденции развития городской теплофикации в Европе.**

Описывается положение и тенденции развития городской теплофикации в Европе, причем особо подчеркиваются обосновывающие их технические и экономические закономерности. Дается ряд подробных сведений по сооружонным и проектируемым установкам в некоторых европейских странах.

Energetica, VI (1958) пг. 9, стр. 394

M. Rosenberg: **Некоторые вопросы производства и потребления первичной энергии в Европе. Энергопотребление и энергетический баланс Европы.**

В продолжении первой части статьи, опубликованной в предыдущем номере журнала, во второй части анализируются некоторые вопросы производства и потребления первичной энергии в Европе, а также энергетический баланс в период 1948—1956 г.

Energetica, VI (1958) пг. 9, стр. 405

E. Pololea: **Практические критерии статической устойчивости.**

Представляется расчет, с помощью которого можно получить выражения практических критериев статической устойчивости. Расчет позволяет уточнить гипотезы необходимые при применении практических критериев.

Energetica, VI (1958) пг. 9, стр. 410

D. Fränkel: **Счетчик потерь.**

Представляются способы измерения потерь энергии в сетях и предлагается простой способ для превращения индуктивного однофазного счетчика в счетчик I^2t.

Energetica, VI (1958) пг. 9, стр. 416

G. Drăgan: **Перспективы использования в СССР постоянного тока для транспорта электроэнергии на большие расстояния.** стр. 420

ИЗ ОПЫТА ПРЕДПРИЯТИЙ

L. Vaisman: **Стабилизация напряжений в частотных реле.** стр. 422

ЭНЕРГЕТИКА ЗА РУБЕЖОМ, стр. 424
ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр 428.
ХРОНИКА, стр. 434
РЕЦЕНЗИИ, стр. 436

INHALTSVERZEICHNIS

* * * **Frédéric Joliot-Curie,** S. 389.

* * * **Die zweite internationale Konferenz für friedliche Anwendung der Kernenergie,** S 391.

I. D. Stăncescu , A. Mişu und *Gh. Colf* : **Derzeitiger Zustand und Entwicklungstendenzen der städtischen Fernwärmeversorgung in Europa.**

Zustand und Entwicklungstendenzen der städtischen Fernwärmeversorgung in Europa werden mit Hervorhebung der technischen und wirtschaftlichen Grundlagen dargestellt. Für einige in europäischen Ländern ausgeführte oder geplante Anlagen werden Baueinzelheiten angegeben.

Energetica, VI (1958) H. 9, S. 394.

M. Rosenberg: **Rohenergieerzeugung und-verbrauch in Europa. Zweiter Teil : Rohenergieverbrauch und europäische Energiebilanz.**

Die Fortsetzung des im vorigen Heft veröffentlichten Aufsatzes behandelt Fragen des Rohenergieverbrauchs in Europa und die Energiebilanz der Jahre 1948—1956.

Energetica, VI (1958) H. 9, S. 405.

E. Pololea : **Praktische Kennzeichen des statischen Stabilität**

Berechnungsverfahren für die verschiedenen Formeln der praktischen. Kennzeichen der statischen Stabilität. Das angewendete Verfahren bietet die Möglichkeit, die für die Anwendung der verschiedenen praktischen Kennzeichen erforderlichen Voraussetzungen festzulegen.

Energetica, VI (1958) H.9, S. 410.

D. Fränkel : **Verlustzähler.**

Erörterung der Messverfahren der Energieverluste in elektrischen Leitungen. Es wird eine einfache Lösung vorgeschlagen für die Umwandlung eines einphasigen Induktionszählers in einen I^2t — Zähler.

Energetica, VI (1958) H. 9, S. 416.

G. Drăgan : **Die Aussichten der Gleichstromenergietransporte auf grosse Entfernungen in der U.d.S.S.R.** S. 420.

BETRIEBSERFAHRUNGEN
L. Vaisman : **Spannungsstabilisierung bei Frequenzrelais.** S.422.

ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND, S. 424
DOKUMENTATION, S. 428
CHRONIK, S. 434
REZENSIONEN. S. 436

SOMMAIRE

* * * **Frédéric Joliot-Curie,** p. 389.

* * * **La deuxième conférence internationale pour l'utilisation pacifique de l'énergie atomique,** p. 391.

I. D. Stăncescu, A. Mişu et *Gh. Colf* : **Le stage actuel et les tendances de développement du chauffage urbain à distance en Europe.**

Les auteurs présentent le stage et les tendances de développement du chauffage urbain à distance en Europe, en accentuant les principes techniques et économiques qui en forment la base. Ils précisent aussi quelques details sur les installations projetées et executées dans quelques pays européens.

Energetica, VI (1958) No. 9, p. 394.

M. Rosenberg : **La production et de la consommation d'énergie primaire en Europe. 2-ème partie : — Consommation d'énergie primaire et bilan énergétique européen**

Suite de la première partie, publiée dans le numéro précédent. L'auteur analyse quelques aspects de la production et de la consommation d'énergie primaire en Europe ainsi que le bilan énergétique entre 1948—1956.

Energetica, VI (1958) No. 9, p. 405.

E. Pololea : **Indices pratiques de la stabilité statique.**

L'article présente un procédé de calcul à l'aide duquel on obtient différentes expressions des indices pratiques de la stabilité statique. Ce procédé permet de préciser les hypothèses de calcul nécessaires à l'application de différents indices pratiques.

Energetica, VI (1958) No. 9, p. 410.

D. Fränkel : **Compteur indicateur de pertes.**

L'auteur présente les méthodes utilisées pour mesurer les pertes d'énergie dans les lignes électriques et propose une solution simple pour transformer le compteur d'induction monophasé en compteur I^2t.

Energetica, VI (1958) No. 9, p. 416.

G. Drăgan : **Les perspectives d'utilisation du courant continu pour le transport d'énergie électrique à grande distance en U.R.S.S.**

Energetica, VI (1958) No. 9, p. 420.

DE L'EXPERIENCE DES ENTREPRISES

L. Vaisman : **La stabilisation de la tension dans les relais de fréquence.** p. 422.

L'ENERGIE ELECTRIQUE A L'ETRANGER, p. 424
DOCUMENTATION, p. 428
CHRONIQUE, p. 434
RECENSIONS, p. 436

CONTENTS

* * * **Frédéric Joliot-Curie,** p. 389.

* * * **The second international conference for peaceful use of atomic energy,** p. 391.

I. D. Stăncescu, A. Mişu and *Gh. Colf* : **Actual stadium and trends of development in Europe's town distance heating.**

The authors show the actual stadium and trends of development in european town distance heating, stressing technical and economical principles forming its basis and presenting a series of detailed information about the projected and executed installation in some european countries.

Energetica, VI (1958) No. 9, p. 394

M. Rosenberg : **Primary energy production and consumption in Europe. Second part : Primary energy consumption and Europe's energy balance sheet.**

As a continuation of Part I, given in No. 8 of this journal, the author analyses some aspects of primary energy production and consumption in Europe and gives also the energy balance sheet between 1948—1956.

Energetica, VI (1958) No. 9, p 405.

E. Pololea: **Practical criterion for static stability**

The author presents a method by which are obtained different formulas of practical static stability criterions. The method permits to precise the computation assumptions necessary for applying the different practical criterions.

Energetica, VI (1958) No. 9, p. 410.

D. Fränkel : **Loss meter**

After describing some methods used for measuring power losses in electric lines, the author proposes a simple solution for transforming a single phase induction meter in a I^2t meter.

Energetica, VI (1958) No. 9, p 416.

G. Drăgan : **Prospects of direct curent utilisation in long distance power transmission, in the US.S.R.**

Energetica, VI (1958) No. 9, p 410.

MANAGING EXPERIENCE

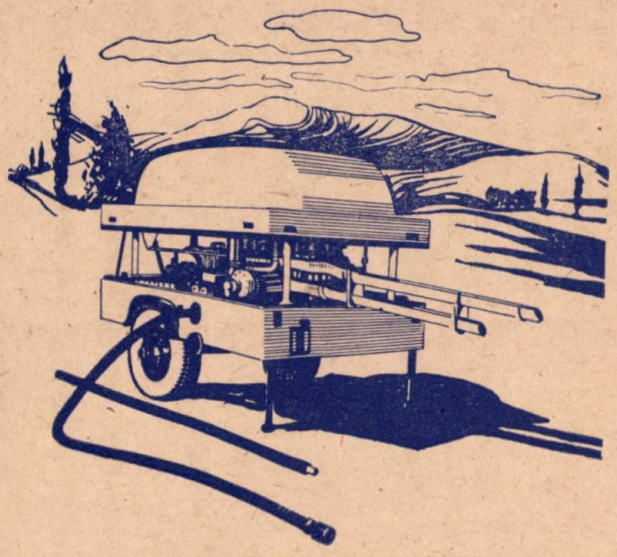
L. Vaisman : **Voltage stabilizing in frequency relays.** p. 422

ELECTRICITY ABROAD, p. 424
DOCUMENTATION, p. 428
CHRONICLE, p. 434
BOOK REVIEWS, p. 436

MAGYAR TUDOMÁNYOS AKADÉMIA KÖNYVTÁRA

HIDROAGREGAT

Hidromotorul, brevetat de statul ungar, este mijlocul cel mai modern ce servește la forajul de prospecțiune la mare adîncime. La foraje executate în roci extrem de dure și puternic abrazive, acest procedeu permite să se obțină rezultate mai bune în comparație cu oricare alt procedeu de foraj.



PRINCIPII DE FUNCȚIONARE

Forajul executat cu ajutorul hidromotorului este o operație percutantă și rotativă în același timp. Hidromotorul este cuplat la extremitatea inferioară cu tijele de foraj a căror rotație și pătrundere în adîncime pot fi comandate de la suprafață — pe măsura înaintării forajului — prin oricare forezâ rotativă.

Hidromotorul poate fi acționat fie prin apă pură, fie prin noroi de foraj. Ca urmare a rotării aparatului, fundul deschizăturii forajului este întotdeauna atacat sub un unghi diferit prin cadența extrem de repede, dar de o amplitudine redusă, a percuțiilor. În consecință, instalația permite să se exercite un efect foarte desintegrant, asigurîndu-se astfel o viteză maximă de foraj.

Exportator: **NIKEX** — *Societate Ungară de Comerț a Industriei Grele*

Budapesta, V. Dorottya u. 6

B. P. 103. Budapesta IV

Adresa telegrafică **NIKEXPORT**

RECOMANDĂRI PENTRU AUTORI

1. *Lucrări ce pot fi prezentate spre publicare sînt: de importanță generală tehnico-științifice speciale, teoretice sau experimentale și tehnice obișnuite.*
2. *Legătura cu practica muncii de cercetare, proiectare, învățămînt, producție, este condiția esențială pe care trebuie să o îndeplinească tema tratată. Lucrările de sinteză sau de discuție trebuie să se refere la probleme noi și actuale, de interes general. Articolele interesînd industria vor cuprinde considerații privind eficiența economică a soluțiilor. Se recomandă ca articolele să posede propuneri de viitor.*
3. *Verificarea experimentală se impune ca necesitate de prim ordin la lucrările care se pretează la asemenea verificări.*
4. *Lucrări care au mai fost publicate integral sau parțial nu pot fi trimise redacției spre publicare.*
5. *Un scurt rezumat fixînd premizele de la care s-a pornit problema studiată și cadrul în care este tratată, nedepășind 4—5 rînduri, se va anexa lucrării.*
6. *În introducere se încadrează problema în preocupările generale ale disciplinei și în preocupările producției; de asemenea se arată scopul lucrării, subliniindu-se expres contribuția autorului. Tratarea va trebui să fie unitară, permițînd inteligibilitatea fără dificultăți a problemelor. Se vor evita introduceri sau demonstrații voluminoase; de asemenea se va evita repetarea în text a ceea ce poate fi găsit în literatura publicată, sau poate fi redat intuitiv prin materialul grafic-ilustrativ, tabele etc.*
7. *Concluziile vor concentra rezultatele obținute cu indicarea limitei de valabilitate și aplicațiile posibile.*
8. *Citarea literaturii de specialitate este obligatorie pentru afirmațiile luate din alte lucrări și care nu sînt în general cunoscute.*
9. *Dezvoltările matematice vor fi limitate la cele absolut necesare înțelegerii raționamentului.*
10. *Se recomandă o atenție deosebită scrierii formulelor conform STAS. Indicii și exponenții se vor scrie mai mici decît baza și așezați mai jos sau mai sus decît baza. Se vor scrie, de asemenea, cu grijă literele majuscule, minuscule sau cele rusești, romane, grecești, germane etc.*
11. *Lista bibliografică se va întocmi cuprinzînd lucrările la care se referă textul (cît și figuri sau tabele) speciale cît și cele generale. Se vor indica toate datele în transcripții originale. Pentru cărți: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet (eventual și tradus în paranteză), ediția, editorul, locul editării, anul. Pentru articole: numele complet, pronumele prescurtat, titlul complet original (eventual și tradus în paranteză), revista, tomul, anul, numărul, paginile.*
12. *Scrisul la mașină al articolelor este recomandat cu insistență excepîndu-se lucrările scrise caligrafic. Se scrie pe o singură pagină față, la două rînduri (2 000 semne de pagină). Se recomandă 10—12 pagini dactilografiate.*
13. *Nu se admite trimiterea concomitent a textului la alte publicații.*
14. *Articolele se trimit cu o nouă însoțitoare pe adresa redacției. În notă se vor indica: titluri, funcțiuni, localitatea și adresa domiciliului, număr de telefon.*
15. *Lucrările executate în cadrul diverselor instituții sau organizații vor purta aprobarea acestora de publicare.*
16. *Corecturile se vor face după normele tipografice în vigoare. Corecturile trimise autorilor vor fi înapoiate în maximum 48 de ore de la primire. Nu se admit modificări în corectură față de manuscris.*

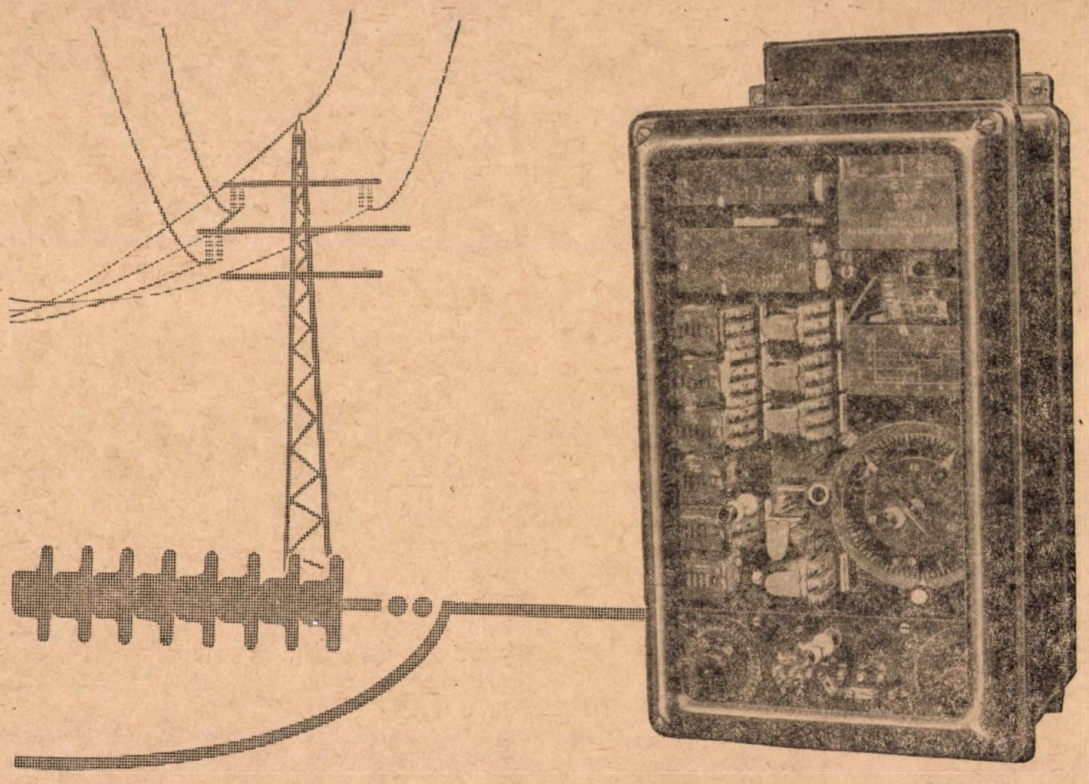
LEI 5

E 1030

ENERGETICA

10

1958



RELEE RAPIDE DE DISTANȚĂ RD 7

se utilizează în stații electrice de înaltă tensiune pentru protecția rețelelor multiplu buclate.

Prin separarea selectivă a cablelor și liniilor aeriene la apariția unor scurt-circuite, a unor scurtcircuite bifazate sau la manevre greșite se evită deconect ri masive; în felul acesta se exclud perioade de întrerupere prin imediata recunoaștere a locului avariei. Piesele componente de calitate superioară ale acestor aparate sînt rezultatul unor cercetări continue și a unor experiențe de ani de zile în domeniul construcției releelor. Releele rapide de distanță fabricate de noi sînt utilizate cu succes în numeroase stații electrice din țară și străinătate.

PROGRAMUL NOSTRU DE FABRICAȚIE MAI CUPRINDE ÎN AFARĂ DE ACEASTA:

APARATE DE COMANDĂ, APARATE DE MĂSURĂ CONTOARE, RELEE, REDRESOARE

VĂ ȚINEM LA DISPOZIȚIE GRATUIT PROSPECTE AMĂNUNȚITE CU DATE TEHNICE

VEB ELEKTRO — APPARATE — WERKE
BERLIN — TREPTOW
HOFFMANNSTRASSE 15 — 26

Reprezentanța din București; **AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R. P. R.**
Secția Economică

E 2039

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 10 OCTOMBRIE 1968

SUMAR

* * *: Consfătuirea „Electrificarea agricolă și rurală în R.P.R." 437

* * *: Referatele prezentate la consfătuirea „Electrificarea agricolă și rurală în R.P.R." . . . 439

* * *: Recomandările consfătuirii privind „Electrificarea agricolă și rurală în R.P.R." . . 440

I. Blum, Fr. Bolchi, Fr. Barca, M. Mihail și Th. Piatkowski: Valorificarea energetică rațională a deșeurilor vegetale . . . 442

I. A. Badea: Considerații asupra stabilirii puterii și tipului centralelor termoelectrice rurale din R.P.R. 449

S. Bogdan și St. Zarea: Amenajarea de centrale hidroelectrice de mică putere pentru electrificări rurale în R.P.R. 456

P. Militaru: Sisteme de distribuție de înaltă tensiune pentru electrificări rurale 468

M. Stein și C. Petrescu: Contribuții la studiul sistemelor de distribuție monofazice și trifazice în electrificarea rurală 481

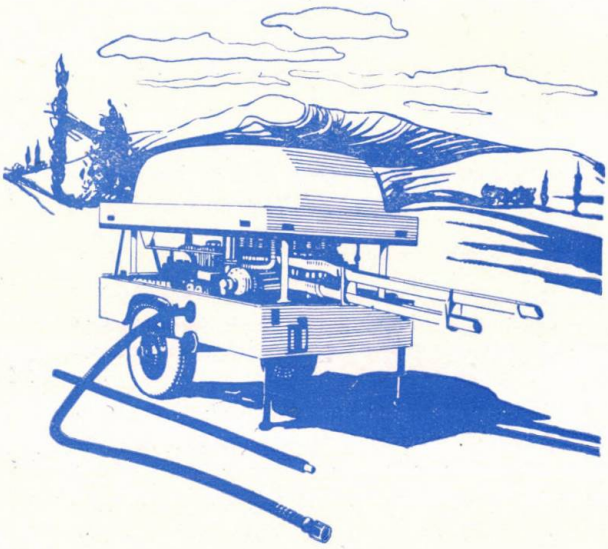
A. Carabulea: Agregate eoliene proiectate în țară 487

DOCUMENTARE 490

RECENZII 492

HIDROAGREGAT

Hidromotorul, brevetat de statul ungar, este mijlocul cel mai modern ce serveşte la forajul de prospecţiune la mare adîncime. La foraje executate în roci extrem de dure şi puternic abrazive, acest procedeu permite să se obţină rezultate mai bune în comparaţie cu oricare alt procedeu de foraj.



PRINCIPII DE FUNCŢIONARE

Forajul executat cu ajutorul hidromotorului este o operaţie percutantă şi rotativă în acelaşi timp. Hidromotorul este cuplat la extremitatea inferioară cu tijele de foraj a căror rotaţie şi pătrundere în adîncime pot fi comandate de la suprafaţă — pe măsura înaintării forajului — prin oricare foreză rotativă.

Hidromotorul poate fi acţionat fie prin apă pură, fie prin noroi de foraj. Ca urmare a rotării aparatului, fundul deschizăturii forajului este întotdeauna atacat sub un unghi diferit prin cadenţa extrem de repede, dar de o amplitudine redusă, a percuţiilor. În consecinţă, instalaţia permite să se exercite un efect foarte desintegrant, asigurîndu-se astfel o viteză maximă de foraj.

Exportator: **NIKEX** — *Societate Ungară de Comerţ a Industriei Grele*

Budapesta, V. Dorottya u. 6

B. P. 103. Budapesta IV

Adresa telegrafică **NIKEXPORT**

ANUL VI 1958 **ENERGETICA** Nr. 10 OCTOMBRIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Institutul de Documentare Tehnică BUCUREȘTI OBMEN - CSERE VYMENA - WYMIANA TAUSCH - CMEHA

Consfătuirea „Electrificarea agricolă și rurală în R.P.R."

Între 6 și 8 martie 1958 a avut loc la București consfătuirea cu tema „Electrificarea agricolă și rurală în R.P.R." organizată de Institutul de Energetică al Academiei R.P.R., Asociația Științifică a Inginerilor și Tehnicienilor din R.P.R. (Secția Energetică și Electrotehnică și Secția de Științe Agricole), Ministerul Industriei Grele — Departamentul Energiei Electrice — și Ministerul Agriculturii și Silviculturii.

Scopul consfătuirii a fost dezbaterea problemelor cu caracter tehnic, economic și organizatoric, legate de electrificarea agricolă și rurală în țara noastră, în vederea găsirii căilor celor mai bune pentru intensificarea electrificării satelor și pentru extinderea utilizării energiei electrice în procesele de producție agricole și zootehnice. Consfătuirea a scos în evidență sarcinile ce stau în fața lucrătorilor care activează sau au contingență cu acest sector de muncă și a constituit un prilej de împărtășire a experiențelor cîștigate în aceste domenii în vederea îmbunătățirii acțiunilor viitoare.

La consfătuire, în afară de delegați din partea unităților organizatoare, au luat parte numeroși delegați din cadrul sfaturilor populare regionale, institutelor de învățămînt superior și de la alte instituții interesate.

Consfătuirea a fost deschisă de acad. prof. *I. S. Gheorghiu*, acad. prof. *Gh. Ionescu-Sisești*, din partea Acad. R.P.R., secretar general prof. *S. Petrescu* din partea Ministerului Agriculturii și Silviculturii și prof. *Al. Priadcenco*, membru corespondent al Academiei R.P.R., din partea Consiliului Central ASIT.

În salutul adresat participanților, vorbitorii au arătat pe scurt realizările obținute în cursul ultimilor ani în problemele de electrificare agricolă și rurală din țara noastră. Astfel s-a arătat că în ultimii 10 ani s-au electrificat de patru ori mai multe sate decît erau la începutul acestei perioade. Numeroase unități agricole socialiste care au luat ființă folosesc electricitatea; de asemenea s-a introdus electricitatea în unele procese de producție cum ar fi de exemplu acționarea pompelor pentru irigare și desecare, acționarea batozelor precum și în unități zootehnice. S-a insistat asupra importanței și posibilităților pe care le oferă extinderea electrificării în mediul rural pentru mărirea producției agricole și zootehnice, îmbunătățirea produselor, ridicarea productivității muncii, crearea unor condiții favorabile pentru ridicarea nivelului material și cultural al populației sătești, elemente ce contribuie în mare măsură la reducerea deosebirii dintre sat și oraș.

Față de interesul mereu crescînd al populației sătești, pentru extinderea electrificării rurale și agricole, față de rezultatele bune obținute prin folosirea electricității în procesele tehnologice agricole și zootehnice s-a constatat însă că nivelul atins pînă în prezent la noi în țară, în aceste domenii, nu este încă suficient de ridicat. Dacă unitățile agricole socialiste de stat sînt electrificate în procent de peste 95%, folosirea electricității se face încă în mică măsură. De asemenea, cele peste 2 100 sate electrificate pînă în 1958, reprezintă totuși numai circa 14% din numărul total de sate din R.P.R. Consumul total de energie electrică folosit în agricultură și mediul rural, deși reprezintă circa 2,5% din producția totală de energie electrică a țării, este totuși încă mic în valoare absolută. Aceste cîteva date indică necesitatea intensificării acțiunii de electrificare agricolă și rurală din țara noastră.

În sprijinirea și îndrumarea acestei acțiuni a venit Hotărîrea Consiliului de Miniștri apărută în ziua de 6 martie 1958, iar Consfătuirea „Electrificarea Agricolă și Rurală în R.P.R." a avut tocmai ca scop principal discutarea și precizarea mijloacelor celor mai corespunzătoare prin care inginerii și tehnicienii din domeniile legate de electrificarea mediului rural pot contribui la realizarea prevederilor acestei Hotărîri.

La consfătuire au fost prezentate 32 referate grupate pe următoarele teme:

A. Producerea, transportul și distribuția energiei electrice în scopuri agricole și rurale (14 referate).

B. Utilizarea energiei electrice în scopuri agricole și rurale (9 referate).

C. Agregate electrogene și materiale electrotehnice pentru electrificări agricole și rurale (6 referate).

D. Aspecte generale și perspectivele electrificării agricole și rurale (3 referate).

Referatele au fost în prealabil multiplicate și împărțite participanților la consfătuire (cu excepția a două referate care, sosind prea tîrziu, nu au mai putut fi multiplicate).

În cadrul ședințelor la fiecare grupă de probleme, s-a prezentat cîte un raport general în care s-au analizat critic referatele, s-au subliniat diferitele aspecte netratate și s-a insistat îndeosebi asupra problemelor importante ce ar trebui să formeze obiectul discuțiilor pentru lămurirea lor, sau preocupări de cercetări ulterioare.

Rapoartele generale au fost urmate de scurte prezentări ale referatelor de către autorii lor, după care au urmat întrebări, răspunsuri și discuții.

Lista referatelor este dată la finele prezentei note; ele vor fi publicate în revistele Energetica, Electrotehnica, Mecanizarea și Electrificarea Agriculturii.

*

Raportul general pentru grupa A a fost prezentat de conf. ing. *C. Mihăileanu* (M.I.G. — D.E.E.) care a împărțit cele 14 referate din această grupă în două subgrupe și anume: referatele din prima subgrupă se ocupă de resurse energetice locale și diferite tipuri de centrale electrice mici sau locale și economice; cele din subgrupa a doua tratează transportul și distribuția energiei electrice în scopuri agricole și rurale.

Din referatele și din discuțiile purtate, la această grupă, s-au desprins următoarele concluzii:

Este rațional să se extindă folosirea resurselor energetice locale prin construirea de centrale hidraulice mici sau mijlocii precum și de centrale care folosesc energia eoliană, gazul metan produs din gunoiul de grajd (biogaz) și diferite deșeuri agricole (coji, stuf etc.). În măsura în care este posibil se recomandă ca asemenea centrale să constituie surse de energie pentru mai multe sate. Accentul cel mai mare pentru realizarea electrificării agricole și rurale urmează însă să se pună prin racordarea la rețele de înaltă tensiune regionale. În acest scop se impune extinderea transportului energiei electrice prin sistemul D.C.P. (doi conductori și pămînt), precum și a distribuției mixte (monofazat- trifazat). Trebuie găsite soluții optime pentru reducerea costului rețelelor de transport și distribuție și mai ales pentru economisirea materialelor neferoase deficitare, de exemplu înlocuirea conductoarelor din oțel-aluminiu cu conductoare de oțel sau aldrey sau utilizarea conductoarelor cu raportul oțel-aluminiu sporit față de cel normal.

Pentru localitățile în care rețelele de înaltă tensiune nu vor ajunge curînd și unde se dispune de surse energetice locale, se impune construirea de centrale termice cu caracter raional sau interraional, amplificarea unor centrale electrice locale existente sau chiar construirea de mici centrale cu caracter local.

În privința tensiunii înalte pentru transportul energiei electrice în scopuri agricole și rurale, deși problema n-a fost dezbătută ca atare, totuși din referatele prezentate și discuțiile purtate a rezultat că tensiunea de 15 kV este cea mai indicată.

Raportul general pentru grupa B a fost prezentat de prof. ing. *N. Bimbulov* (MAS-ICMA).

Referatele din această grupă nu au expus în suficientă măsură rezultatele obținute la noi în țară în urma folosirii electricității în scopuri agricole. Cauzele acestei situații se pot atribui pe de o parte faptului că energia electrică se folosește în prezent numai în mică măsură în procese de producție agricole și zootehnice iar pe de altă parte urmărirea rezultatelor nu se face în mod organizat, nu se insistă pentru introducerea pe scară largă a electricității și nu se păstrează o evidență statistică a acestor consumuri. Același lucru se poate spune de altfel și în privința utilizărilor electrice cu caracter gospodăresc și comunal din mediul rural.

Din discuțiile purtate a rezultat în mod neîndoielnic necesitatea extinderii și introducerii pe scară mai largă a folosirii electricității în procesele de producție agricole și zootehnice, dezvoltarea industriei locale, intensificarea electrificării satelor pentru ridicarea nivelului de trai al populației rurale.

S-a propus înființarea unor „unități model" de producerea energiei în centrale cu caracter local precum și de utilizare. Aceste unități ar constitui exemple demonstrative pentru promovarea intensificării electrificării agricole și rurale, să scoată în evidență eficiența lor economică prin sporirea și îmbunătățirea produselor vegetale și zootehnice, prin economisirea forțelor de muncă umane și animale etc.

Raportul general pentru grupa C a fost prezentat de conf. ing. *G. Lazaride* (MIG—DGT).

Referatele prezentate și discuțiile purtate au scos în evidență realizările pozitive privind construcția de mașini și materiale electrotehnice folosite pentru electrificarea agricolă și rurală precum și deficiențele ce mai persistă privind neasimilarea unor mașini și materiale necesare și calitatea necorespunzătoare sau rămînerea în urmă a produselor noastre față de performanțele care pot fi atinse prin aplicarea tehnicii moderne. Astfel au fost citate ca necorespunzătoare grupurile electrogene de 19,38 și 130 kVA. S-a recomandat ca motoarele primare ale grupurilor electrogene pînă la 75 CP să folosească motoare de tractoare. De asemenea s-a arătat necesitatea asimilării în cel mai scurt timp posibil a motoarelor electrice monofazate de putere pînă la 1 kW, transformatoare monofazate, condensatoare statice, unele tipuri de agregate electrice de pompare, pompe submersibile etc.

Referatul general pentru grupa D a fost prezentat de prof. ing. *Al. Romanovici* (MAS).

Referatele din această grupă și discuțiile au subliniat căile ce trebuie avute în vedere în viitor pentru

a se trece la intensificarea electrificării agricole și rurale în R.P.R. și s-a desprins în deosebi nevoia ca un for central să coordoneze toată această acțiune pentru asigurarea unei rezolvări unitare a tuturor problemelor tehnico-economice și organizatorice ce se pun.

Cuvîntul de închidere a discuțiilor l-a rostit prof. ing. *M. Bercovici,* membru corespondent al Academiei R.P.R., care referindu-se la Hotărîrea Consiliului de Miniștri pentru intensificarea acțiunii de electrificare rurală, a trecut în revistă principalele sarcini ce revin instituțiilor centrale și locale precum și inginerilor și tehnicienilor din sectoarele legate de electrificarea agricolă și rurală pentru aducerea la îndeplinire a prevederilor acestei hotărîri. În atingerea acestui scop, schimbul de experiență realizat prin lucrările conferinței, precum și din contactul direct între cei preocupați cu aceste probleme, va fi de un real folos.

Lucrările consfătuirii s-au încheiat cu recomandări importante care constituie obiective ce trebuie avute în vedere în viitor pentru instituțiile care sînt în măsură să le rezolve cu succes. Astfel în afară de sarcinile pentru eliminarea lipsurilor menționate după fiecare grupă de probleme se mai desprind următoarele sarcini:

Sfaturilor populare regionale le revine sarcina de a organiza întocmirea planurilor regionale de electrificare agricolă și rurală, care să fie coordonate cu necesitățile unităților Ministerului Agriculturii și Silviculturii și cu planurile generale de electrificare ale Ministerului Industriei Grele.

Sfaturilor populare regionale le revine apoi sarcina de a organiza acțiunea de mobilizare a contribuției locuitorilor rurali în muncă necalificată, materiale de construcție și fonduri bănești pentru realizarea instalațiilor de electrificare a satelor.

Departamentul Agriculturii trebuie să-și coordoneze și să-și sincronizeze acțiunea de extindere a alimentării cu energie electrică a unităților sale agricole cu acțiunea sfaturilor populare regionale și să intensifice în mod organizat utilizarea energiei electrice în unitățile agricole socialiste.

În vederea obținerii unor reduceri a costului instalațiilor electrice din mediul rural este necesar ca să se elaboreze norme, standarde pentru materiale și utilaje, proiecte tip, prescripții pentru instalații electrice interioare etc., iar lucrările să se execute prin metode moderne care de asemenea vor contribui la ridicarea eficacității economice a investițiilor.

De asemenea trebuie pus accentul pe formarea cadrelor care în afară de cunoștințe în domeniul agricol și mecanic să fie suficient de bine pregătite și în domeniul electricității.

Este necesară continuarea activității de cercetare tehnico-științifică a problemelor de electrificare agricolă și rurală și repartizarea judicioasă a temelor de studii și cercetări între institutele corespunzătoare ale Academiei R.P.R. și ale departamentelor care să găsească soluțiile cele mai bune din punct de vedere tehnic și economic și totodată să urmărească introducerea lor în practică.

În fine se impune difuzarea largă de publicații de popularizare a acțiunii de intensificare a electrificării agricole și rurale precum și schimburi de experiență atît în țară cît și în străinătate.

Consfătuirea și-a încheiat lucrările adoptînd o serie de recomandări menite a reprezenta un îndreptar pentru toți lucrătorii cărora la locul lor de muncă le revin sarcini de fiecare zi pentru intensificarea și extinderea electrificării agricole și rurale din țara noastră.

ANEXA

Referatele prezentate la consfătuirea „Electrificarea agricolă și rurală"

PE GRUPE, ÎN ORDINEA PREZENTĂRII

GRUPA A. PRODUCEREA, TRANSPORTUL ȘI DISTRIBUȚIA ENERGIEI ELECTRICE ÎN SCOPURI AGRICOLE ȘI RURALE

1. Ing. M. WEISS, *„Folosirea resurselor energetice locale pentru alimentări agricole și rurale"* (10.A.10).
2. Prof. dr. ing. I. BLUM, ing. FR. BARCA, ing. FR. BOLCHI, ing. M. GOLDSTEIN, dr. ing. P. PIATKOVSKI, *„Valorificarea energetică rațională a deșeurilor vegetale"*. (11.A.11).
3. Conf. ing. I. A. BADEA, *„Centrale termoelectrice și de termoficare rurală"* (2.A.2).
4. Ing. M. WEISS, ing. N. PĂNOIU și ing. FL. WESTFRIED, *„Considerațiuni privind termoficarea unor unități zootehnice"* (12.A.12).
5. Ing. S. BOGDAN, și ing. ST. ZAREA, *„Amenajarea de uzine hidroelectrice de mică putere pentru electrificări rurale în R.P.R."*. (3.A.3).
6. Ing. I. SOLOMON, *„Electrificări argicole și rurale prin microcentrale eoliene"* (4.A.4).
7. Ing. L. RUSU, cu un colectiv, *„Contribuțiuni la captarea energiei eoliene"* (5.A.5).
8. Conf. ing. P. MILITARU, *„Sisteme de distribuție în înaltă tensiune pentru electrificări rurale"* (6.A.6).
9. Ing. M. STEIN și ing. C. ȚENCU, *„Considerațiuni asupra folosirii condensatoarelor serie în rețele de medie tensiune pentru electrificări rurale în R.P.R."* (8.A.8).
10. Conf. ing. AL. CRIȘAN, ing. V. SAVIUC și ing. I. SABATIN, *„Conductoare de oțel pentru electrificări agricole și rurale"* (25.C.3).
11. Ing. I. SABATIN, *„Perspectivele utilizării conductoarelor de oțel în rețele electrice rurale"* (26.C.4).
12. Ing. L. MÎNDUC, *„Probleme de electrificare rurală dezbătute în cadrul Comitetului de Energie Electrică O.N.U., la Geneva". Producerea, transportul și distribuția energiei"* (13.B.1).
13. Ing. L. MÎNDUC, *„Problemele de electrificare rurală dezbătute în cadrul Comitetului de Energie Electrică O.N.U. la Geneva. — Utilizarea energiei electrice în agricultură"* (lucrare supraplan, nu a fost multiplicată).
14. Dr. ing. A. AVRAMESCU, *„Conductoare de Ol.Al. de construcție specială, pentru electrificări rurale"* (lucrare supraplan, nu a fost multiplicată).

GRUPA B. **„UTILIZAREA ENERGIEI ELECTRICE ÎN SCOPURI AGRICOLE ŞI RURALE"**

15. Prof. ing. N. BIMBULOV, *„Rolul electrificării în înfăptuirea mecanizării complexe a agriculturii* (14.B.2).
16. Ing. M. WEISS şi ing. AL. PAP, *„Tractorul electric şi folosirea lui în munci agricole mobile"* (20.B.8).
17. Ing. E. FULGA, *„Mecanizarea şi electrificarea ariilor în R.P.R."*. (17.B.5).
18. Ing. E. POPA şi ing. P. PETRESCU, *„Acţionarea electrică a staţiilor de pompare pentru irigări şi desecări"* (15.B.3).
19. Prof. ing. A. BOCANCEA şi ing. I. VANCEA, *„Aplicaţiile electrificării în mecanizarea muncilor din fermele zootehnice"* (16.B.4).
20. Prof. ing. N. BIMBULOV, *„Utilizarea multiplă a motoarelor asincrone în întreprinderi agricole socialiste"* (19.B.7).
21. Ing. E. FULGA, *„Gradul electric"* (21.B.9).
22. Ing. N. TOMESCU, *„Instalaţiile de telecomunicaţii folosite în agricultură"* (22.B.10).
23. Ing. G PANAITESCU, *„Tarifarea energiei electrice pentru utilizări agricole şi rurale în R.P.R."* (18.B.6).

GRUPA C. **„AGREGATE ELECTROGENE ŞI MATERIALE ELECTROTEHNICE PENTRU ELECTRIFICĂRI AGRICOLE ŞI RURALE"**

24. Ing. C. FERESTER şi ing. L. SALGO, *„Produse electrotehnice pentru electrificarea rurală"* (23.C.1).
25. Ing. V. DRĂGUŢAN, *„Sisteme de motoare stabilite în agricultură"* (1.A.1).
26. Ing. V. MODIGA, *„Grupuri termoelectrice folosite în agricultura din R.P.R."* (24.C.2).
27. Prof. ing. N. BIMBULOV *„Reglarea automată a tensiunii în sistemele energetice agricole"* (7.A.7).
28. Conf. ing. C. APETREI şi ing. D. CREŢU *„Regimuri nesimetrice de funcţionare a generatoarelor sincrone de mică şi mijlocie putere"* (9.A.9) (lucrarea nu a fost multiplicată).
29. Ing. I. SOLOMON *„Contoare anemometrice pentru determinarea potenţialului eolian"* (27.C.6).

GRUPA D. **„ASPECTE GENERALE ŞI PERSPECTIVELE ELECTRIFICĂRII AGRICOLE ŞI RURALE ÎN R.P.R."**

30. Ing. I. BENI şi ing. ST. GEORGESCU *„Consideraţiuni asupra contribuţiei studiilor de electrificare rurală şi locală la planul de perspectivă al electrificărilor din R.P.R."* (28.D.1).
31. Ing. D. CHIRTEA *„Problema electrificării rurale în regiunea Bucureşti şi posibilităţile de realizare"* (29.D.2).
32. Prof. ing. AL. ROMANOVICI şi ing. N. TOMESCU, *„Organizarea electrificării rurale şi agricole în R.P.R."* (30.D.3) (lucrarea nu a fost multiplicată).

Recomandările Consfătuirii privind electrificarea agricolă şi rurală în R.P.R., Bucureşti, 6—8 martie 1958

I. Pentru îndeplinirea politicii economice a Partidului Muncitoresc Romîn şi Guvernului R.P.R. concretizate în Directivele celui de-al II-lea Congres al P.M.R. şi documentele de partid şi de stat ulterioare, privind dezvoltarea energeticii şi electrificarea ţării, precum şi pentru îndeplinirea obiectivelor pentru cel de al doilea plan cincinal al R.P.R. din planul de electrificare a ţării, inginerii, tehnicienii şi specialiştii angrenaţi în munca de electrificare agricolă şi rurală şi construcţia de utilaje necesare, întruniţi în consfătuirea privind electrificarea agricolă şi rurală organizată la Bucureşti în zilele de 6—8 martie 1958 de Academia R.P.R., Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor din R.P.R., Ministerul Industriei Grele şi Ministerul Agriculturii şi Silviculturii, ca urmare a referatelor prezentate şi a discuţiilor ce s-au purtat, constată cele ce urmează.

În anii puterii populare, datorită efortului depus de muncitori, tehnicieni, ingineri şi specialişti, sub conducerea P.M.R., au fost obţinute realizări importante în domeniul electrificării rurale şi agricole.

Astfel, numărul total de sate electrificate a crescut la 2 200, ceea ce reprezintă 14% din numărul total de sate, din care 1 700 de sate au fost electrificate în perioada anilor 1945—1957.

În perioada anilor 1948—1957 au fost electrificate circa 800 unităţi agricole socialiste de stat, ceea ce reprezintă circa 95% din numărul lor total. De asemenea, au fost electrificate circa 10% din numărul de gospodării agricole colective. Sursele de energie au fost realizate în proporţie de circa 30% prin racorduri la reţele de înaltă tensiune şi de 70% cu grupuri electrogene de 25 şi 50 C.P.

În acelaşi timp, în agricultură au fost electrificate circa 80 staţii importante de pompare pentru irigaţii şi desecări cu o putere totală de circa 5000 kW. În perioadele de treier din ultimii ani au fost acţionate electric anual circa 900 batoze pe 700 arii parţial electro-mecanizate.

Pentru alimentarea cu energie electrică a consumatorilor din mediul rural şi din agricultură s-au construit circa 500 km linii de 35 kV, circa 6000 km de 6 şi 15 kV, circa 4300 km linii de joasă tensiune, circa 2100 posturi de transformare, totalizînd o putere instalată de circa 87 000 kVA.

S-au construit 424 microcentrale termoelectrice cu motoare de 25—50 C.P. şi 79 microcentrale hidroelectrice, totalizînd o putere instalată de circa 25 000 kW.

Consumul de energie electrică în mediul rural şi pentru scopuri agricole a ajuns în anul 1956 la circa 110 000 000 kWh din care circa 40 000 000 kWh pentru unităţile agricole socialiste de stat.

Pentru ridicarea nivelului cultural al oamenilor muncii de la sate şi al ţărănimii muncitoare au fost radioficate 830 sate cu circa 200 000 abonaţi.

Industria noastră constructoare de maşini a asimilat fabricarea unui număr important de echipamente, utilaje şi materiale energetice şi electrotehnice pentru electrificarea rurală şi agricolă, dintre care citäm ca mai importante grupuri electrogene, ferăstraie electrice, electropompe, transformatoare de tip rural, aparataj de comandă şi de protecţie etc.

II. Totuşi, luînd în considerare ritmul rapid al transformării socialiste a agriculturii, faptul că există în prezent regiuni şi raioane complet colectivizate sau cooperativizate, ceea ce creează condiţiile necesare pentru folosirea largă a energiei electrice în mediul rural, consfătuirea constată că realizările de pînă acum nu corespund în suficientă măsură referinţelor mereu crescînde de electrificare a lucrărilor agricole şi pentru ridicarea nivelului de trai material şi cultural al populaţiei din mediul sătesc.

Astfel, se constată că numărul satelor electrificate pînă în prezent este încă nesatisfăcător, în satele şi unităţile agricole cooperatiste electrificate folosirea energiei electrice pentru mecanizarea lucrărilor agricole, precum şi introducerea energiei electrice pentru iluminat şi alte scopuri casnice sînt încă reduse.

În acţiunea de electrificarea satelor, desfăşurată pînă în prezent, nu s-a ţinut în măsură suficientă seama de nevoile reale ale producţiei agricole. Nu a existat o acţiune unitară şi coordonată atît pentru electrificarea rurală cît şi pentru cea agricolă din care cauză pe teritorii restrînse ca suprafeţe există numeroase grupuri electrogene independente, instalate şi exploatate neeconomic.

În alegerea traseelor liniilor de înaltă tensiune, executate pentru electrificarea rurală şi agricolă, nu s-a ţinut întotdeauna

seama în mod judicios de nevoile complexe ale tuturor consumatorilor din zona traseului.

Resursele energetice locale nu au fost identificate şi folosite în suficientă măsură.

Se constată deficienţe în exploatarea şi întreţinerea instalaţiilor electroenergetice în mediul rural.

Industria constructoare de utilaje energetice şi electrotehnice nu a asimilat încă o serie de utilaje şi echipamente necesare pentru electrificarea agricolă şi rurală, cum sînt de exemplu : anumite agregate de pompare, inclusiv pompe submersibile, transformatoare monofazate rurale, motoare monofazate de mică putere, condensatoare statice etc., iar calitatea multora din produsele asimilate pînă în prezent lasă însă de dorit, fiind necorespunzătoare ca performanţe constructive, cum sînt de exemplu grupurile electrogene de 130,38 şi 19 kVA etc.

Costul investiţiilor pentru instalaţiile de producere, transport, distribuţie şi utilizarea energiei electrice în mediul rural sînt încă ridicate, ceea ce a frînat într-o mare măsură electrificarea agricolă şi rurală.

Pe plan organizatoric, lipseşte o coordonare de la centru pînă la unităţile consumatoare. Din această cauză, nici acţiunile de cercetare tehnico-ştiinţifică şi economică, de pregătire a cadrelor, de mobilizare a maselor din mediul rural pentru introducerea şi folosirea raţională a energiei electrice nu au fost eficiente.

Toate acestea denotă că pînă în prezent problema electrificării agricole şi rurale nu a constituit o preocupare permanentă şi susţinută a ministerelor, sfaturilor populare regionale, raionale şi comunale, a institutelor de cercetări ale Academiei R.P.R. şi departamentele precum şi a instituţiilor de învăţămînt mediu şi superior.

III. Faţă de constatările de mai sus, în scopul sporirii continue a producţiei şi productivităţii muncii în agricultură şi pentru ridicarea continuă a condiţiilor de trai material şi cultural de la sate, consfătuirea subliniază necesitatea de a se intensifica electrificarea agricolă şi rurală, sarcina importantă în cadrul realizării obiectivelor celui de al doilea plan cincinal de dezvoltare a economiei naţionale.

Participanţii la consfătuire, conştienţi de misiunea ce revine lucrătorilor din domeniul electrificării rurale şi agricole, se angajează să depună toate eforturile pentru sprijinirea recentelor măsuri luate de partid şi guvern în vederea intensificării electrificării agricole şi rurale şi să traducă în viaţă, în condiţii optime, prevederile hotărîrilor luate în acest scop.

Pentru realizarea acestor obiective, consfătuirea face următoarele recomandări :

1. În vederea sporirii numărului de sate electrificate anual, în conformitate cu recentele măsuri ale partidului şi guvernului, sfaturile populare să organizeze o intensă acţiune de popularizare a avantajelor şi modului de folosire a energiei electrice în lucrările agricole şi de uz casnic în mediul rural, precum şi a conţinutului acestor măsuri.

2. Sfaturile populare regionale pe baza studiilor energetice ale regiunilor să iniţieze elaborarea planurilor de electrificare agricolă şi rurală pentru regiunile respective.

Planurile de electrificare agricolă şi rurală regionale să fie coordonate de Ministerul Industriei Grele — Dep. Energiei Electrice în colaborare cu Ministerul Agriculturii şi Silviculturii.

3. La întocmirea acestor planuri regionale de electrificare agricolă şi rurală să se aibă în vedere :

a) racordarea la sistemele energetice regionale în primul rînd ;

b) construirea de centrale raionale cu puteri medii care să alimenteze reţele de distribuţie locale de 6—15 kV, în zonele în care racordarea la sistemele energetice ar necesita cheltuieli de investiţii mari ;

c) amenajarea sau amplificarea de microcentrale hidraulice sau termice pentru cazuri în care există condiţii economice avantajoase.

Să se dea o atenţie deosebită amenajărilor complexe ale cursurilor de apă în scopul realizării într-o măsură cît mai mare de microcentrale hidroelectrice, irigaţii, piscicultură, etc., acestea fiind surse energetice mai uşor de realizat, cu mijloace materiale şi de muncă locale, mai uşor de întreţinut şi necesită cheltuieli de exploatare foarte reduse.

4. Ministerul Agriculturii şi Silviculturii, care coordonează direct activitatea unităţilor agricole socialiste de stat, să extindă sistematic utilizarea energiei electrice în aceste unităţi în scopuri agricole : electrificarea preparării nutreţului, irigare, electrificarea ariilor de treier etc.

Să se organizeze unităţi agricole (S.M.T., G.A.S., zootehnice, G.A.C) — model — de electrificare complexă, inclusiv termoficarea unde este cazul.

5. M.I.G. să urgenteze înlocuirea motoarelor cu combustie internă care se fabrică în prezent cu motoare corespunzătoare studiilor întocmite de colectivele de modernizare din acest minister în colaborare cu I.C.M.E.A.

Paralel cu asimilarea noilor tipuri de motoare, să se pregătească partea electrică în vederea realizării grupurilor electrogene pe baza acestor motoare, astfel încît să corespundă necesităţilor electrificării agricole şi rurale.

Să urgenteze realizarea grupului electrogen cu motorul îmbunătăţit al tractorului UTOS de 45 C.P.

Grupurile electrogene de putere pînă la 10 kVA să aibă turaţia nominală de 3000 rot/min, iar celelalte, turaţia riguroasă de 1500 rot/min.

6. Pentru satisfacerea în mod economic şi susţinerea acţiunii de electrificare rurală şi agricolă, industria constructoare de utilaje şi materiale energetice şi electrotehnice să asimileze construcţii de :

a) transformatoare monofazate cu puteri de 5—25 kVA pentru montaj pe stîlpi, separatori de sarcină şi siguranţe fuzibile de exterior ;

b) motoare monofazate de putere pînă la 1 kW ;

c) condensatoare statice pentru îmbunătăţirea condiţiilor de tensiune şi ameliorarea factorului de putere ;

d) agregate electrice de pompare, în special electropompe submersibile ;

e) conductori neizolaţi, speciali pentru electrificări rurale, oţel, aluminiu, cupru etc.

7. În vederea obţinerii unor reduceri importante a'e costului instalaţiilor electrice exterioare şi interioare la consumator ceea ce va avea ca urmare stimularea electrificării agricole şi rurale, M.I.G. în colaborare cu MCMC să elaboreze proiecte tip economice şi prescripţii de execuţie corespunzătoare.

În acelaşi scop, M.I.G. şi Sfaturile populare regionale să organizeze unităţi care să execute în condiţiuni optime toate lucrările de instalaţii electrice, inclusiv cele interioare de la abonat.

8. În şcolile agricole de toate gradele să se introducă cursuri de utilizarea energiei electrice în agricultură, în vederea folosirii pe scară largă a energiei electrice.

De asemenea, în institutele de învăţămînt electrotehnic şi energetic să se introducă cursuri de utilizarea energiei electrice în agricultură.

9. Institutele de cercetări să studieze şi să experimenteze :

a) microcentrale cu biogaz, eolian, gazogen, grupuri de termoficare ;

b) recuperarea căldurii din apa de răcire şi din gazele de evacuare a motoarelor cu ardere internă ;

c) semiautomatizarea şi automatizarea în funcţionare a microcentralelor, a interconectărilor, precum şi pentru menţinerea tensiunii constante pe linie ;

d) agregate agricole care folosesc energia electrică, în vederea introducerii pe scară largă în producţie ; printre acestea să se studieze şi tractorete, tractorul acţionat electric.

Să se repartizeze în mod corespunzător probleme de studii şi cercetări, de electrificare agricolă şi rurală între institutele în al căror profil se încadrează cel mai just.

10. Academia R.P.R. să cuprindă în cadrul atlaselor hidro şi termoenergetice ce le întocmeşte şi resursele energetice cu mici potenţiale, precum şi potenţialul energetic eolian.

11. M.I.G. în colaborare cu M.A.S. şi M.C.M.C. să elaboreze norme şi instrucţiuni privind materialele şi agregatele corespunzătoare electrificării agricole şi rurale, din punct de vedere tehnic şi economic.

12. M.A.S., M.I.G., Academia R.P.R., Editura Tehnică, I.D.T., A.S.I.T. să întocmească şi să difuzeze publicaţii privind acţiunea de intensificare a electrificării agricole şi rurale şi a realizărilor în acest domeniu. Totodată să se publice în revistele de specialitate material specific problemelor de electrificare agricolă şi rurală.

13. Se recomandă schimburi de experienţă pentru documentarea în U.R.S.S. şi în ţări de democraţie populară, cu sarcini precise pentru studierea unor anumite probleme.

14. Filialelor A.S.I.T. regionale şi raionale şi cercurilor A.S.I.T. de specialitate le revin în principal sarcinile :

a) să ia parte activă la acţiunile întreprinse de sfaturile populare regionale în legătură cu întocmirea planului de electrificare agricolă şi rurală a regiunii respective şi să dea asistenţa tehnico-ştiinţifică necesară şi posibilă organelor locale ce se ocupă de electrificarea agricolă şi rurală ;

b) să organizeze dezbateri cu caracter tehnic, economic şi organizatoric în legătură cu planurile de electrificare agricolă şi rurală a regiunii respective şi utilizarea energiei electrice în agricultură şi mediul rural ;

c) să organizeze cursuri pentru formarea de specialişti necesari acţiunii de electrificare agricolă şi rurală.

15. Gazeta „Tehnica Nouă" şi revistele A.S.I.T. de specialitate să publice periodic articole, note, informaţii etc. privind probleme de producere şi distribuţie a energiei electrice în mediul rural şi de utilizare a acestei energii în scopuri agricole şi rurale dînd toată atenţia aspectelor tehnico-economice ale problemei.

16. Comisia mixtă pentru problemele electrificării agricole şi rurale, constituită de secţiile Energetică şi Electrotehnică şi ŞtiinţeAgricole din cadrul Consiliului Central A.S.I.T. va urmări realizarea în practică a recomandărilor acestei consfătuiri.

662.718 : 6

Valorificarea energetică raţională a deşeurilor vegetale

I. BLUM, FR. BOLCHI, FR. BARCA, M. MIHAIL, TH. PIATKOWSKI *) — Bucureşti

Se prezintă diverse posibilităţi de valorificare ca material combustibil a stufului şi a deşeurilor vegetale, materiale existente în cantităţi importante în R.P.R.

Metodele preconizate sînt : autoaglomerarea (presarea deşeurilor de granulaţie potrivită, încălzite în prealabil în jurul temperaturii de exudare a gudroanelor), brichetarea (după carbonizarea prealabilă a stufului şi a deşeurilor sale) şi gazeificarea.

Prin procedeele enumerate se pot obţine din deşeuri combustibili superiori, creînd astfel surse termoenergetice locale.

Inegala repartiţie a surselor termoenergetice (ţiţei, gaze naturale, cărbuni) între diversele regiuni ale R.P.R. a dus la existenţa unui deficit energetic, îndeosebi în sudul şi sud-estul ţării, care a frînat dezvoltarea industrială a acestor regiuni. Bazinul carbonifer cel mai apropiat al Văii Trotuşului nu poate satisface necesităţile energetice ale regiunilor amintite, fiind situat la distanţă mare şi avînd o producţie limitată şi cu o utilizare bine definită. Din cauza situaţiei geografice îndepărtate de regiunile carbonifere nu este rentabilă folosirea cărbunilor din alte bazine. De asemenea, nu se poate extinde prea mult utilizarea produselor petroliere, deoarece acestea constituie un material mult mai valoros pentru utilizarea în alte scopuri. La fel nu poate intra în discuţie nici lemnul, deoarece acesta constituie pentru alte industrii un material preţios şi ar fi neraţională folosirea lui ca sursă termoenergetică.

Una din soluţiile pentru dezvoltarea industrială a acestor regiuni ar fi utilizarea surselor termoenergetice locale, problemă ce se poate extinde pe întreg cuprinsul ţării, oriunde există posibilitate deoarece :

— s-ar pune în valoare materiale termoenergetice de interes local putîndu-se canaliza astfel combustibilii superiori spre utilizări mai raţionale ;

— s-ar da industriilor şi consumului casnic combustibili ieftini ;

— s-ar valorifica materiale ce pînă în prezent erau neîntrebuinţate ;

— s-ar mări cuantumul de venituri ale regiunilor respective.

Ca materiale combustibile nefolosite în prezent, disponibile în cantităţi importante în multe părţi ale ţării şi în special în regiunile mai sus amintite, se pot enumera :

— stufuI şi deşeurile care rezultă din industria celulozei sau din alte industrii ;

— deşeurile agricole (cojile de orez, cojile de seminţe de floarea soarelui, excedentul de paie etc.) ;

— deşeurile rezultate din industria lemnului (rumegUşul, talajul etc.) ;

— orice alte deşeuri vegetale şi chiar unii cărbuni inferiori (turbe etc.).

Aceste materiale sînt în prezent numai parţial folosite din cauza greutăţii lor volumetrice mici, respectiv a volumului lor specific mare, care le face improprii pentru ars în focarele existente în funcţiune pentru combustibilii solizi şi neeconomici pentru transport pe uscat sau pe apă, cu toată puterea lor calorifică ridicată. Prin transformarea lor în combustibili de bună calitate, s-ar obţine o sursă termoenergetică inepuizabilă (majoritatea materialelor fiind regenerabile anual), ce ar putea contribui la acoperirea deficitului energetic şi înlocui alţi combustibili superiori.

Dacă se ţine seama că acest disponibil este destul de mare, se vede importanţa ce o pot prezenta

*) I. Blum este profesor şef de catedră, Institutul Politehnic Bucureşti şi şeful Secţiei de termoenergetică şi combustibili, Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. Fr. Bolchi, ing. şef de sector, secţia combustibili solizi din Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. Frumuzache Barca, asistent la catedra de tehnologie chimică organică şi combustibili din Institutul Politehnic Bucureşti. Medy Mihail, ing. cercetător principal, secţia combustibili solizi din Institutul de Energetică al Academiei R.P.R. Th. Piatkowski, dr. ing. şef de laborator şi secretar ştiinţific al secţiei de combustibili solizi din Institutul de Energetică al Academiei R.P.R.

aceste materiale în cazul utilizării lor în scopuri energetice. Concentrarea naturală în cantități suficiente pe regiuni face posibilă întrebuințarea materialelor sus-menționate.

Pentru a pune în evidență disponibilul de astfel de materiale, se va trece la o cercetare analitică a rezervelor existente și disponibile din fiecare materiale.

1. Stuful

Țara noastră dispune de o suprafață acoperită cu stufărie, care se cifrează la circa 360 000 ha. Din suprafața totală a Deltei Dunării de 430 000 ha, 260 000 ha sînt acoperite cu stuf, ceea ce constituie una dintre imensele regiuni de stufărie compactă din lume; la aceasta se mai adaugă stufăriile situate de-a lungul Dunării și în alte părți ale țării.

Alte țări posedă suprafețe mai mari de stufărie, luate în totalitatea lor, ca U.R.S.S., R.D.G., R.P. Polonă, R.P. Chineză, R.P. Coreeană, R.P. Ungară etc.; totuși terenurile stuficole sînt dispuse în zone mai mari sau mai mici, situate la distanțe uneori mari între ele, ceea ce face de multe ori imposibilă concentrarea locală a unor mari cantități de stuf necesare industrializării.

Dacă se ia în considerație productivitatea medie anuală a stufului de 9—10 t/ha pentru stufăriile neamenajate și de circa 25 t/ha pentru stufăriile amenajate, se vede că producția potențială de stuf a Deltei Dunării ar putea fi 2 400 000 t/an, iar a întregii regiuni a Dunării de circa 3 500 000 t/an [1].

Chiar dacă se ține seama că o parte din stufării sunt momentan inaccesibile și că în momentul unor exploatări masive va fi necesară lăsarea alternativă pentru regenerarea unei părți din stufării, totuși producția stufăriilor ce pot fi amenajate în prezent în Deltă acoperă și depășește necesarul pentru producerea celor 50 000 t/an celuloză din stuf prevăzute în cel de-al doilea plan cincinal.

Din acest stuf rezultă ca deșeuri circa 50 000 t/an, care prin ardere pot dezvolta 175 miliarde kcal/an la o putere calorică de circa 3 500 kcal/kg.

Pe lîngă deșeurile de la fabricarea celulozei rezultă deșeuri și de la fabricarea cartonului (duplex, triplex), cît și din alte industrii pe bază de stuf, care vor mări considerabil tonajul de produse nefolosite.

În plus, pe măsura dezvoltării industriilor bazate pe stuf, această cantitate de deșeuri va fi mult mărită. Numai prin dublarea producției fabricii de celuloză de stuf la începutul celui de-al treilea cincinal, se va crea o cantitate dublă de deșeuri ce vor trebui valorificate.

De aici se vede bine că din disponibilul de stuf, după ce au fost acoperite toate cerințele industriei de celuloză, de materiale de construcție, sau de alte produse, rămîne încă o foarte mare parte fără utilizare, parte pentru care se propune transformarea în sursă termoenergetică.

2. Deșeurile agricole

Produsele agricole ocupă un rol important în economia țării, și ca urmare cantitatea de deșeuri agricole este destul de mare, putînd constitui o materie primă importantă. În general aceste deșeuri sînt supărătoare pentru industriile în care se aglomerează, necesitînd cheltuieli de depozitare, transport, distrugere etc.

Dintre deșeurile agricole disponibile în cantități însemnate sînt: cojile de semințe de floarea soarelui, cojile de la decorticarea orezului, excedentul de paie etc.

Datele statistice *) arată că în perioada 1956—1957 cantitatea de coji de semințe de floarea soarelui a fost de circa 80 000 t.

Datorită ritmului crescînd al dezvoltării industriei se estimează că la sfîrșitul celui de-al II-lea plan cincinal vor rezulta 120 000 t/an coji de semințe.

În prezent în instalațiile de ardere existente la diverse întreprinderi se poate folosi din această cantitate circa 66%, rămînînd totuși disponibilă o cantitate de 27 000 t/an.

Dacă se ia în considerare orașul București, unde există un disponibil de asemenea deșeuri de circa 10 000 t/an, disponibil actualmente mai mult irosit, rezultă că, printr-o justă valorificare în circuitul economic, ar intra încă 8 000—10 000 t/an combustibili superiori, fapt care ar economisi tot atîtea lemne, aducînd un beneficiu important întreprinderilor respective.

Cele expuse nu cuprind decît cantitățile de coji rezultate din prelucrarea semințelor de floarea soarelui în întreprinderi. Însă dacă se ține seamă și de cantitățile rezultate de la presele țărănești și de cojile de semințe din alte oleaginoase, prelucrate în prezent, desigur că disponibilul de astfel de materiale este mult mai mare, ceea ce dă o mai largă posibilitate de industrializare.

Cojile de la decorticarea orezului sînt și mai puțin folosite.

Din decorticarea orezului, în anul 1956, au rezultat circa 8 000 t coji**) iar în 1960 această cantitate se va ridica la 14 000 t.

Numai o mică parte din aceste coji sînt valorificate prin gazeificare la Oradea, în celelalte localități prelucrătoare ele sînt evacuate și distruse, operațiuni care implică cheltuieli destul de mari.

---

*) M.I.A., Direcția Uleiului.
**) M.I.A., Direcția Morărit și Crupe.

3. Deşeurile rezultate din industrializarea lemnului

Din unele date reiese că în anul 1957 au rezultat în cadrul unităţilor de industrializare a lemnului circa 800 000 m³ rumeguş.

Din această cantitate, circa 650 000 m³ sînt consumaţi în înseşi întreprinderile producătoare pentru acoperirea nevoilor proprii, rămînînd totuşi un disponibil de circa 130 000 m³.

Deşi datele respective sînt numai informative, totuşi ele arată că rămîne permanent un disponibil de rumeguş, pentru care este necesar să se găsească o utilizare.

4. Caracteristicile chimico-tehnologice ale stufului şi deşeurilor vegetale

Pentru găsirea celor mai adecvate căi de valorificare a acestor materiale s-au cercetat însuşirile chimico-tehnice ale principalelor deşeuri vegetale după metodele clasice ale tehnologiei combustibililor solizi.

Datele obţinute sînt prezentate în tabelele 1 şi 2.

portul, necesitînd de două pînă la cinci ori mai multe vagoane decît pentru cărbuni.

Puterea calorifică a materialelor sus-menţionate este destul de ridicată şi asemănătoare cu a lemnului, totuşi, datorită acestui volum specific mare, utilizarea lor în focarele obişnuite pentru combustibili solizi este limitată.

Faptul că temperaturile de fuziune ale cenuşilor rezultate din arderea acestor materiale sînt destul de ridicate şi combustibilul rezultat nu conţine sulf, favorizează utilizarea deşeurilor vegetale ca surse termoenergetice.

5. Autoaglomerarea deşeurilor vegetale

Cercetările noastre în vederea valorificării energetice a deşeurilor vegetale s-au desfăşurat pe trei căi şi anume:

a) brichetarea directă, fără liant a acestor deşeuri;

b) carbonizarea parţială urmată de brichetarea cu liant;

c) gazeificarea.

Prin brichetare fără liant s-a urmărit obţi-

Date analitice ale diferitelor deşeuri vegetale *Tabela 1*

Material	Analiza tehnică									
	Raportat la proba de laborator						Cenuşă raportată la proba uscată la 10°C	Raportat la masa combustibilă		
	Umiditate	Cenuşă	Materii volatile	Sulf total	Putere calorifică			Materii volatile	Sulf total	Putere calorifică superioară
					Superioară	Inferioară				
	%	%	%	%	kcal/kg		%	%	%	%
Stuf total	12,24	5,17	65,24	urme	3 846	3 486	5,90	79,00	urme	4 650
Rumeguş de răşinoase	13,15	0,41	73,04	urme	4 866	4 487	0,40	84,50	urme	4 563
Rumeguş de foioase	12,02	0,86	71,69	urme	3 963	3 607	0,90	82,30	urme	4 550
Coji de orez	13,55	15,34	43,57	urme	3 470	3 153	21,57	61,20	urme	4 820
Coji de seminţe de floarea soarelui	12,82	1,89	61,57	urme	3 795	3 465	2,11	72,02	urme	4 450
Paie	6,82	6,52	71,83	urme	4 070	3 740	6,91	82,95	urme	4 691

Tabela 2

Constante fizice ale deşeurilor vegetale

Material	Greutatea specifică t/m³	Volum specific, m³/t	Greutatea unui milion, kcal/t	Volumul unui milion, kcal/m³
Snop de stuf	0,100—0,130	7,7—10,0	0,25—0,28	1,9—2,8
Stuf tocat 10 cm	0,060—0,070	14,3—16,7	0,25—0,28	3,6—5,2
Stuf tocat 3 cm	0,100—0,110	9,1—10,0	0,25—0,28	2,3—2,8
Stuf măcinat 0—1 mm	0,220—0,250	4,0— 5,0	0,25—0,28	1,0—1,4
Coji de seminţe şi coji de orez	0,180—0,220	5,0— 5,1	0,25—0,28	1,2—1,3
Coji de seminţe şi coji de orez măcinate sub 1 mm	0,220—0,250	4,0— 5,0	0,25—0,28	1,0—1,4

Din datele din tabela 2 rezultă că astfel de materiale au un volum specific mare, ceeace duce la o utilizare de numai 20—50% a capacităţii vagoanelor, îngreunînd foarte mult transnerea unui combustibil de calitate, printr-un procedeu care constă în principiu din presarea directă la cald a deşeurilor respective. Brichetele obţinute trebuie să satisfacă condiţiile de

recepție, fizico-mecanice și calorice, atît pentru utilizarea locală (industrială și casnică) cît și pentru transport la distanță.

Din unele date din literatură, rezultă că deșeurile lemnoase, printr-o încălzire prealabilă, între 200°C și 400°C [6], [7], [8] și la presiuni de 200 la 1 000 kg/cm², dau brichete care satisfac condițiile de calitate impuse acestor materiale.

Asemănarea lemnului cu stuful și deșeurile vegetale a sugerat generalizarea posibilităților de valorificare prin brichetare la cald, metodă ce a fost aplicată de noi deșeurilor agricole (paie, coji de la decorticarea orezului, coji de semințe de floarea soarelui etc.) și amestecurilor ce pot rezulta din aceste deșeuri vegetale.

Rezultatele au fost satisfăcătoare și procedeul s-a putut extinde cu succes și asupra unor cărbuni inferiori.

Datele ce condiționează brichetarea (temperatura, presiunea, durata de încălzire, durata de presare etc.) au fost lămurite din cercetările experimentale executate.

Brichete bune au rezultat prin încălzirea materialului timp de 1—4 h, la 220—300°C (temperatura mediului în care a fost încălzită aparatura) și apoi presarea la 300—1 000kg/cm².

Aceste brichete au o rezistență mecanică ridicată (30—120 kg/cm² la încovoiere, nu se sfărîmă prin cădere), o bună rezistență la apă (10—15 h), un conținut de cenușă scăzut (5—15%, în funcție de material) și o putere calorică superioară de peste 4 000 kcal/kg.

În tabela 3 se dau greutățile volumetrice ale brichetelor obținute din deșeuri agricole, stuf, rumeguș etc.

Din aceste cercetări rezultă că:

1. Deșeurile vegetale se pot bricheta la cald, atît singure cît și amestecate între ele, fapt care dă posibilitatea industrializării lor, chiar în locurile unde fiecare deșeu este disponibil în cantitate relativ mică în raport cu totalitatea lor.

2. Prin brichetarea deșeurilor vegetale se pot obține nu numai brichete combustibile, ci și plăci de construcție și obiecte fasonate (obiecte electrotehnice, obiecte de larg consum etc.).

3. Brichetarea caldă fără liant reprezintă pentru R.P.R. un aspect original de valorificare a deșeurilor vegetale, iar ca metodă generală de lucru o noutate în tehnologia combustibililor.

Tabela 3

Greutățile volumetrice ale brichetelor obținute din deșeuri vegetale

Greutate specifică, t/m³		Volumul specific, m³/t		Volumul a 1 000 000 kcal/t	Volumul a 1 000 000 kcal/m²	
Masă brichetată	În grămadă[1])	Masă brichetată	În grămadă[1])		Masă brichetată	În grămadă[1])
1,000—1,300	0,75—1,25	0,77—1,00	0,80—1,33	0,258	0,184—0,238	0,191—0,318

[1]) Depinde de forma brichetelor.

6. Carbonizarea parțială a deșeurilor vegetale *)

Carbonizarea parțială numită și semicarbonizare este un procedeu tehnologic de natură pirogenetică, aplicat curent combustibililor solizi; aplicat lemnului poartă numele de „distilare a lemnului".

Carbonizarea parțială are ca scop:

a) obținerea unor concentrate cărbunoase cu mare putere calorifică; produsul rezultat în cazul cărbunilor se numește semicocs, iar cel de la distilarea lemnului este cunoscut sub numele de mangal.

b) obținerea subproduselor gaze, ape, gudroane (ce constituie materii prime pentru industria chimică).

Randamentele de carbonizare și caracteristicile reziduului cărbunos rezultat din stuf la 280° și 400°C sînt trecute în tabela 4.

Greutatea volumetrică a reziduului cărbunos este cuprinsă între 0,1—0,28 t/m³ (în funcție de granulație).

Cercetările experimentale au dovedit următoarele:

Carbonizarea parțială aduce în general o scădere a volumului specific și deci o simțitoare scădere a volumului ocupat de milionul de kcal.

Reziduul cărbunos, obținut la 400°C, este un material foarte friabil, ușor de măcinat și ar putea fi cu succes întrebuințat drept combustibil în focarele pentru praf de cărbune, sau în focarele pentru combustibili lichizi, în emulsie cu păcură.

Studiile noastre au dovedit că lucrările făcute pe stuf pot fi extinse și asupra altor materiale, ca deșeuri de proveniență vegetală.

---

*) Încercările de carbonizare parțială și brichetare a reziduului cărbunos s-au axat pe stuf, deoarece acesta constituie una dintre importantele rezerve de materiale vegetale ale țării.

Tabela 4

Randamente de carbonizare și caracteristicile reziduului cărbunos rezultat din stuf la 280 și 400° C

Specificație	Unități	Reziduu cărbunos obținut la :	
		280°C	400°C
A. *Randamente de carbonizare*			
— reziduu cărbunos	%	70,00	35,04
— gudron decantat	%	1,50	5,89
— ape	%	22,10	35,67
— gaze	%	5,40	19,40
— pierderi	%	2,00	4,00
— temperatura de pirogenare la care gazele obținute ard	%	260	260
— gaze combustibile	%	—	10,65
B. *Analiza reziduului cărbunos*			
a) *Raportată la proba de laborator*			
— umiditate	%	3,10	2,30
— cenușă	%	7,95	15,60
— materii volatile	%	49,00	19,06
— sulf total	%	urme	urme
— sulf combustibil	%	urme	urme
— putere calorifică superioară	kcal/kg	—	5 650
b) *Raportat la masa uscată la* 105°C			
— cenușă	%	8,20	19,50
c) *Raportat la masa combustibilă* :			
— materii volatile	%	55,00	22,40
— putere calorifică superioară	kcal/kg	—	6 900

7. Brichetarea stufului parțial carbonizat cu liant

Pentru obținerea brichetelor din stuf sau din deșeuri de stuf parțial carbonizate s-au folosit procedee asemănătoare brichetării mangalului [6].

S-au efectuat atît încercări de brichetare pentru semicocsul rezultat din stuf la 400°C, cît și pentru cel de temperaturi mai joase (280°C).

S-a cercetat influența granulației, liantului, presiunii de brichetare etc.

Rezultate favorabile s-au obținut la brichetarea stufului parțial carbonizat la 280°C, cu liant smoală de petrol, și a celui de 400°C, cu liant mixt, format dintr-un amestec de 30% gudron deshidratat și 70% smoală, ambele rezultate din gudronul de la gazeificarea ligniților.

Consumul de liant pentru obținerea brichetelor din stuf parțial carbonizat la 280°C este de circa 15%, iar pentru stuful carbonizat la 400°C, consumul este similar celui de la brichetarea mangalului.

Brichetele obținute au rezistențe mecanice în limitele acceptabile pentru astfel de materiale; rezistențe bune la apă, un conținut de cenușă de circa 10% (depinde de material) și o putere calorică superioară de peste 5 500 kcal/kg.

Datorită procentului relativ scăzut de liant, necesar brichetării semicocsului de stuf, de 280°C, s-ar putea întrebuința ca liant smoala de petrol. Deoarece stuful carbonizat la 400°C necesită cantități mari de liant, circa 40%, se recomandă numai lianți ieftini, în special acei care apar în unele procese, gazeificare etc.

Prin brichetarea stufului parțial carbonizat se obțin brichete cu o greutate specifică de 4—5 ori mai mare decît a snopilor de stuf, ceea ce duce la scăderea considerabilă a volumului ocupat de milionul de kcal.

Din examinarea posibilităților de valorificare a stufului, prin brichetarea reziduului rezultat din carbonizarea parțială, rezultă următoarele :

1. Brichetarea stufului parțial carbonizat cu liant trebuie considerată ca o valorificare energo-chimică a stufului.

2. Brichetarea stufului parțial carbonizat cu liant este o lucrare tehnologică asemănătoare cu brichetarea mangalului.

3. Prin brichetare se obține o concentrare a conținutului caloric al materialului; volumul ocupat de milionul de kcal reducîndu-se la 1/8 — 1/9 din volumul ocupat de milionul kcal stuf.

8. Gazeificarea

Gazeificarea este procesul termochimic prin care un combustibil, în general solid, se transformă în gaze combustibile prin intermediul agentului de gazeificare.

Ca reziduu al gazeificării rămîne zgura, care constituie partea necombustibilă — cenușa din combustibil — care include în ea, de cele mai multe ori, și părți combustibile (carbon nears).

În general materiile prime folosite în gazeificare sînt combustibili naturali sau artificiali ca : lemnul, paiele, turba, cărbunii bruni, huila, antracitul, semicocsul, cocsul etc.

Datorită diversității materiei prime și posibilității utilizării diferitelor deșeuri combustibile rezultate din alte industrii (coji de bumbac, coji de semințe de floarea soarelui, coji de la decorticarea orezului, sîmburi de măsline etc.), gazeificarea reprezintă un procedeu tehnologic de o deosebită importanță pentru valorificarea unor deșeuri energetice de natură vegetală.

Gazeificarea materialelor combustibile se face în generatoarele de gaz. Generatorul este de obicei un furnal vertical din tole de oțel sau materiale refractare, de formă cilindrică sau paralelipipedică, cu grătar sau fără grătar, cu alimentare continuă sau periodică, mecanizat sau manual.

Oricare ar fi construcția generatorului, în procedeele în contracurent clasice, el se încarcă pe la partea superioară cu materialul de gazeificat, care formează în interior stratul, iar pe la partea inferioară pătrunde agentul de gazeificare.

În strat, datorită reacțiilor dintre gaze și combustibil, cît și a transferului de căldură de la gaze la strat, au loc delimitări funcționale, adică de-a lungul stratului în jos combustibilul se îmbogățește în cenușă și zgură.

Agentul de gazeificare care intră se încălzește și arde combustibilul deasupra patului de zgură, formînd bioxid de carbon și o mică cantitate de oxid de carbon. Gazele formate întîlnesc în mersul lor ascendent partea incandescentă a stratului și reacționează, trecînd bioxidul de carbon în oxid de carbon, iar aburii care eventual s-ar găsi în agentul de gazeificare sînt reduși parțial cu formare de hidrogen. Gazele calde, mai sus, încălzesc stratul de combustibil, îl pirogenează și se produc substanțe volatile. În această regiune gazele se amestecă cu produsele volatile pirogenetice. Acest amestec de gaze, încă cu temperatură ridicată, trece spre părțile superioare ale stratului, unde usucă combustibilul.

Din cele descrise rezultă că procesul de gazeificare este un proces termic complex. În mod schematic stratul de combustibil din generator capătă o structură funcțională zonală, cu următoarele zone de jos în sus: de ardere, de reducere, de pirogenare și de uscare. Zonele de pirogenare și de uscare formează zona de pregătire a combustibilului. Deci, prin simplificare, procesul în generator este o combinație de două procese independente; un proces de pregătire și altul de gazeificare.

În realitate delimitarea precisă a zonelor nu se observă; zonele se interpătrund mai mult sau mai puțin.

Agentul de gazeificare, respectiv factorul care asigură cantitatea de oxigen necesară gazeificării poate fi: aerul, vaporii de apă, amestec de aer cu vapori de apă, oxigen tehnic, oxigen tehnic amestecat cu aburi, aer îmbogățit cu oxigen etc.

În raport cu agentul de gazeificare folosit, tehnica deosebește următoarele tipuri de gaze: gaz de aer, gaz de apă, gaz mixt, gaz de oxigen cu abur etc.

Cu toată diversitatea tipurilor de combustibili, ei se pot clasifica din punct de vedere al gazeificării în [9]:

1. combustibili care nu aglomerează și nu dau gudron;
2. combustibili care aglomerează și dau gudron;
3. combustibili care nu aglomerează și dau gudron;
4. combustibili care nu aglomerează și dau gudron și acizi grași (acid acetic etc.).

Țara noastră dispune de rezerve apreciabile de deșeuri vegetale, care se încadrează din punct de vedere al gazeificării între combustibilii din grupa 4; deoarece aceste deșeuri se pretează la fabricarea unui gaz combustibil, s-a încercat să se determine indicii informativi de gazeificare a acelor deșeuri care erau mai apropiate de o instalație de gazeificare.

Încercările noastre s-au făcut pe instalația de la moara „Răsăritul" din Oradea, care are un gazogen de fabricație Sylagy-Miskolz, cu diametrul util de 1 400 mm. Gazele obținute sînt folosite drept sursă energetică într-un motor cu ardere internă, fabricație Ganz de 250 CP. În generatorul de gaz se gazeifică de obicei ligniți. Deoarece în incinta morii se mai găsește o instalație de decorticare a orezului, se adună, în anumite perioade ale anului, cantități mari de coji. Acestea pot asigura sursa energetică a morii timp de cîteva luni. De aceea, înainte de a fi evacuate, ele sînt gazeificate în instalația de gazeificare a ligniților, pentru a utiliza o parte din energia lor potențială.

În tabela 5 se dau indicii de gazeificare pentru cojile de la decorticarea orezului.

Tabela 5

Indici de gazeificare a cojilor de la decorticarea orezului

Nr. crt.	Specificație	Unități	Valori
1	Producția de gaz pe m^2 generator și oră	Nm^3/m^2h	483
2	Producția de gaz raportată la combustibilul de lucru	Nm^3/kg	1,10
3	Puterea calorifică superioară a gazului	$kcal/Nm^3$	1 372
4	Temperatura gazului la ieșire din gazogen	°C	79
5	Carbon nears în zgura uscată	%	46,70
6	Coeficientul economic al gazeificării	%	45
7	Coeficientul economic al gazeificării, ținînd seamă și de gudronul conținut în gaz	%	67,2

Din datele din tabela 5 rezultă că, deși cojile de la decorticarea orezului au fost gazeificate într-o instalație clasică, s-a putut obține un gaz energetic, cu o putere calorifică apreciabilă și o producție de gaz ridicată.

Coeficientul economic al gazeificării este cam redus în cazul cînd gazul este utilizat la ardere în motoare; acesta crește însă simțitor în cazul utilizării gazului la ardere directă în focare, deoarece intervine și conținutul caloric potențial al gudronului.

Cantitatea de carbon nears în zgură este mare, ridicînd astfel și pierderile; s-a lucrat însă pe o instalație existentă specifică pentru un alt combustibil.

Zgura rezultată la gazeificare păstrează forma cojilor de orez datorită conținutului ridicat de silice din cenușa acestora, care-i mărește punctul de topire.

Cantități apreciabile de coji de la decorticarea orezului se găsesc și în alte regiuni ale țării. În aceste regiuni cojile sînt evacuate și distruse, operații care implică cheltuieli destul de mari. Deșeurile de acest tip nu pot fi utilizate ca atare în consumul industrial și domestic, deoarece se aprind și ard greu.

Considerăm că în locurile unde cantitățile de coji de la decorticarea orezului sînt mari, s-ar putea instala gazogene pentru gazeificarea lor, utilizînd astfel rezerva lor energetică.

Concluzii

Din studiul experimental efectuat, se întrevăd următoarele :

1. Printr-o valorificare complexă energochimică a deşeurilor vegetale, s-ar putea mări disponibilul de combustibili pentru necesităţile industriale şi casnice din unele regiuni ale ţării.

2. S-ar rezolva concomitent problema valorificării deşeurilor agricole, cum şi a surplusurilor vegetale combustibile (stuf etc.), ceea ce ar micşora costul de producţie al produselor din care rezultă aceste deşeuri, mărind prin aceasta cuantumul de venituri locale ale regiunii.

3. Prin combustibilul obţinut s-ar rezolva problema deşeurilor şi a eventualelor surplusuri de natură energetică (agricole, lemnoase, stuf etc.), care constituie în prezent balasturi adesea costisitoare (prin depozitare, transport, distrugere etc.) şi chiar supărătoare sau periculoase (autoaprinderi).

4. Prin combustibilul solid sau gazos fabricat s-a rezolvat deficitul energetic la acoperirea căruia se consumă în prezent lemne, produse petroliere etc., care devenind astfel disponibile vor putea fi folosite mai adecvat.

5. Prin combustibilul fabricat din deşeuri se pun în valoare materiale nefolosite, chiar mai mult, irosite şi care se cifrează la milioane tone pe an, respectiv la miliarde unităţi calorice pe an.

7. Prin aplicarea industrială a procedeelor prezentate s-ar putea obţine cantităţi de combustibili inepuizabile (regenerabile anual) şi transportabile la distanţe mari, fapt care va duce la creşterea nivelului de dezvoltare a industriei din diferite regiuni ale ţării, la dezvoltarea unor noi industrii, la crearea unor noi produse.

Bibliografie

[1] M.I.L.H.C. : *Stuful şi valorificarea lui*, Ed. Tehnică, 1953.

[2] Florescu M. : *Marile perspective de dezvoltare a industriei chimice, în anii celui de al II-lea plan cincinal*, „Scînteia", nr. 3484, 5 ianuarie 1956.

[3] *** : A. *Kötöanyagnélküli brikettezes A högazdálkodási tudomany aggyesület*, Magyar energiagazdasag nr. 12, decembrie 1951.

[4] Soc. Française des carburants et remplacement : *Brikettierung von Kohle*, Brevet francez nr. 944069/1941, Citat în Ch. Zentr. 1951, II.

[5] Zvolski P. : *Brichetarea deşeurilor lemnoase. Za economiiu materialov*, 1953, nr. 2.

[6] Teitlin L. I. : *Brichetirovanie-derevnougolinoi meloci.* Derevopererabativaiuşciaia i lesochimicescaia promîşlennosti, 1954, nr. 3.

[7] Ghinzburg D. B. : *Gazeificaţia nizkosortnovo topliva*, Moscova, 1950 — Gosudartsvenoe Izdatelstvo, Literatura pro stroitelnîm materialam.

[8] Sisacov N. V. : *Osnovîi proizvodstva goriucih gazov*, Moscova, 1948 — Gosudartstvonnoe energeticescoe Isdatelstvo.

[9] Lebedev P. D., Sciukin A. A. : *Termotehnica industrială*, 1951, Bucureşti, Editura tehnică.

INGINERI ŞI TEHNICIENI

ABONAŢI-VĂ din timp pe anul 1959 la revistele tehnice de specialitate, elaborate de Asociaţia Ştiinţifică a Inginerilor şi Tehnicienilor, care aduc la cunoştinţă cadrelor tehnice din producţie, învăţămînt, cercetare şi proiectare, ultimele realizări obţinute în ştiinţele tehnice din ţară şi străinătate.

APAR LUNAR:

AUTOMATICA ŞI ELECTRONICA
CELULOZĂ ŞI HÎRTIE
ELECTROTEHNICA
ENERGETICA
HIDROTEHNICA
INDUSTRIA LEMNULUI
INDUSTRIA TEXTILĂ
INDUSTRIA UŞOARĂ
METALURGIA ŞI CONSTRUCŢIA DE MAŞINI
PETROL ŞI GAZE
REVISTA CONSTRUCŢIILOR ŞI A MATERIALELOR DE CONSTRUCŢII
REVISTA DE CHIMIE
REVISTA INDUSTRIEI ALIMENTARE—PRODUSE ANIMALE
REVISTA INDUSTRIEI ALIMENTARE — PRODUSE VEGETALE
REVISTA MINELOR
REVISTA PĂDURILOR
REVISTA TRANSPORTURILOR
TELECOMUNICAŢII

Un abonament anual pentru ingineri şi tehnicieni lei 30, pentru biblioteci, instituţii, combinate tehnice etc. lei 100, prin cont virament Nr. 071012 DOC—B.R.P.R

Abonamentele se primesc la sediul Consiliului Central ASIT

CALEA VICTORIEI Nr. 118.

621.311.22 : 63

Consideraţii asupra stabilirii puterii şi tipului centralelor termoelectrice rurale din R.P.R.

IOAN ARSENIE BADEA *) — Bucureşti

Se examinează problema centralelor termoelectrice rurale în condiţiile specifice din R.P.R. şi se propune o scară de mărimi de puteri instalate pentru acestea. Se recomandă ca instalarea de centrale electrice rurale să se facă numai acolo unde se dispune de surse energetice locale sau alimentarea satului nu se poate face în mod economic din reţeaua electrică a sistemului energetic.

Populaţia rurală reprezintă 68,7 % din totalul populaţiei Republicii Populare Romîne. Din numărul total de sate din ţară, pînă în prezent s-au electrificat 14,3 %.

Alimentarea cu energie electrică a satelor se face din racorduri la reţeaua de înaltă tensiune şi din centrale termoelectrice şi hidroelectrice rurale.

O centrală electrică este de tipul rural cînd se găseşte în localităţi rurale şi deserveşte consumatori casnici, ca : SMT, GAS, GAC, cooperative şi industrie ţărănească [1].

Centralele electrice rurale se caracterizează prin puterile instalate mici şi prin durate de utilizare reduse a puterii instalate.

I. Stabilirea scării puterilor centralelor termoelectrice şi de termoficare rurală

Pentru stabilirea puterilor centralelor termoelectrice şi de termoficare rurală, ar fi fost necesar să se dispună de date statistice privind repartiţia satelor din R.P.R. după numărul de locuitori, relief, resurse locale, gospodării agricole colective etc., gradul de mecanizare al acestora şi perspectivele de dezvoltare de mici industrii locale cu caracter rural.

Lipsind aceste date, s-a utilizat o metodă mai puţin precisă, care permite totuşi să se tragă anumite concluzii în această problemă.

În acest scop s-au folosit datele statistice privind populaţia ţării noastre publicate [2], [3], pe baza cărora s-a făcut repartiţia satelor după numărul locuitorilor, relief, resurse energetice locale naturale (căderi de apă, turbă, combustibil etc.) cît şi posibilităţile de racordare la reţeaua sistemului electric.

Din evaluările făcute rezultă că circa 36 % din totalul satelor din R.P.R. sînt situate în regiunea de munte, 37 % în regiunea de deal şi 27 % în regiunea de şes.

În fig. 1 se arată curba clasată a numărului de sate din R.P.R. în funcţie de numărul de locuitori. Rezultă din aceasta că o populaţie sub 1 200 locuitori o au circa 77 % din satele din R.P.R., circa 82 % din regiunea de munte, circa 81 % din regiunea de deal şi 66 % la şes.

*) Inginer, conferenţiar la Institutul Politehnic-Bucureşti.

În fig. 2 se indică repartiţia procentuală a satelor din R.P.R. în funcţie de numărul de locuitori, ţinînd seama de posibilităţile de folosire a resurselor de energie locale. Rezultă că din totalul satelor din R.P.R. circa 51,7 % se găsesc în apropierea resurselor hidraulice cu

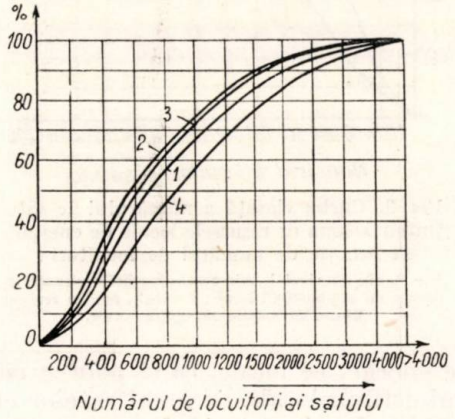


Fig. 1. Curba clasată a numărului de sate din R.P.R. în funcţie de numărul de locuitori :

1 — % din totalul satelor din R.P.R. ; *2* — % din totalul satelor din regiunea de munte ; *3* — % din totalul satelor din regiunea de deal ; *4* — % din totalul satelor din regiunea de şes.

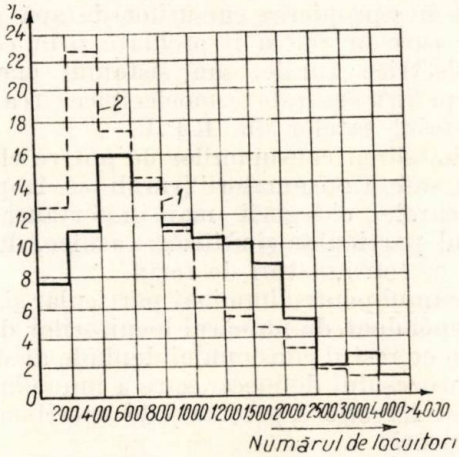


Fig. 2. Repartiţia procentuală a numărului de sate ţinînd seama de resursele locale de energie, în funcţie de numărul de locuitori :

1 — % din numărul de sate pentru localităţi situate în regiuni cu combustibili locali ; *2* — idem, pentru regiuni lipsite de resurse energetice locale.

debitul permanent sau asigurat cel puțin nouă luni pe an, circa 2,2 % se găsesc în regiuni cu combustibili locali (lignit, turbă, gaz metan) și circa 46,1 % în regiuni lipsite de resurse energetice locale naturale.

În fig. 3 se dă curba clasată a numărului de sate în funcție de numărul de locuitori pentru localitățile situate în regiuni lipsite de

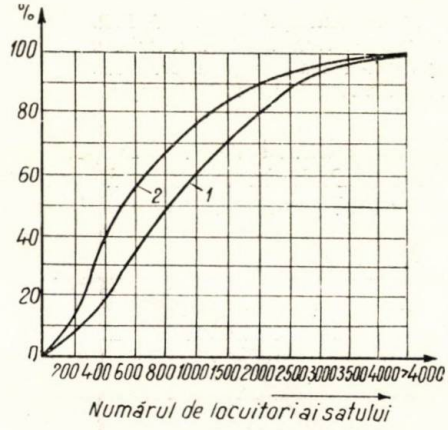


Fig. 3. Curba clasată a numărului de sate ținînd seama de resursele locale de energie, în funcție de numărul de locuitori:

1 — % din numărul de sate pentru localități situate în regiuni cu combustibili locali; *2* — idem, pentru regiuni lipsite de resurse energetice locale.

resurse energetice locale, ca și pentru cele care au combustibili locali. În cazul satelor cu combustibili locali, circa 90 % din aceste sate au o populație sub 2 500 locuitori și circa 50 % sub 800 locuitori. În cazul satelor fără resurse energetice locale, 94 % din sate au o populație sub 2 500 locuitori și 67 % sub 800.

Rezultă din cele arătate că, excluzînd satele situate în apropierea cursurilor de apă permanente, care ar putea fi preluate prin centrale hidroelectrice rurale, sau sistemul energetic, rămîn pentru centrale termoelectrice circa 48,4 % din totalul satelor din R.P.R.

a) **Stabilirea consumurilor de putere electrică pentru sate.** Consumatorii rurali se împart în următoarele categorii mai importante: iluminatul particular și utilizări casnice, iluminat public și consumatori de forță.

Consumul pentru iluminat particular și public este dependent de numărul locuitorilor din sat, în timp ce restul consumului depinde de dezvoltarea procesului de mecanizare a muncilor agricole sau forestiere, precum și de specificul satului respectiv.

În baza datelor din literatură [4] s-au stabilit puterile electrice simultane cerute de consumatorii rurali pentru mai multe situații caracteristice:

— sate în care apar numai consumatori de iluminat și utilizări casnice;

— sate la care se mai adaugă în plus și mici industrii locale (mori, piuă etc.), cum se întîlnesc frecvent la munte și deal;

— sate în care se dezvoltă iluminatul, mici industrii locale, o arie electrificată pînă la 2 000 locuitori, două pentru sate cu 2 000 — — 5 000 locuitori și trei pentru o populație mai mare de 5 000 locuitori;

— idem la care se adaugă gospodării colective și SMT. În tabela 1 se dau valorile stabilite pentru satele de diferite mărimi, în funcție de felul consumului.

Pe baza valorilor indicate în tabel, se deduce că puterea maximă cerută de iluminat variază de la 2,4 kW la sate sub 200 locuitori și ajunge pînă la 82,5 la sate de 5 000 locuitori.

În cazul cînd în satul respectiv sînt și industrii locale mici, ținînd seama și de factorul de simultaneitate, consumul variază între 2,8 — — 7,5 kW la satele sub 200 locuitori și 85 kW la satele de 5 000 locuitori.

Socializarea agriculturii și introducerea unei mecanizări mai intense măresc consumul de putere electrică de la 34—70 kW la sate sub 200 locuitori, pînă la circa 97 kW la sate de 5 000 locuitori.

b) **Stabilirea puterii centralelor termoelectrice rurale.** După cum rezultă din tabela 1, puterea instalată a centralelor termoelectrice rurale, necesară pentru acoperirea sarcinii, este cuprinsă între valorile 2,4 și 180 kW. În cazul în care centrala este destinată exclusiv pentru iluminat, puterea necesară variază între 2,4 — — 165 kW.

Ținînd seama de natura consumului, de mărimea acestuia, stabilită în tabela 1, și de numărul de sate fără resurse energetice locale

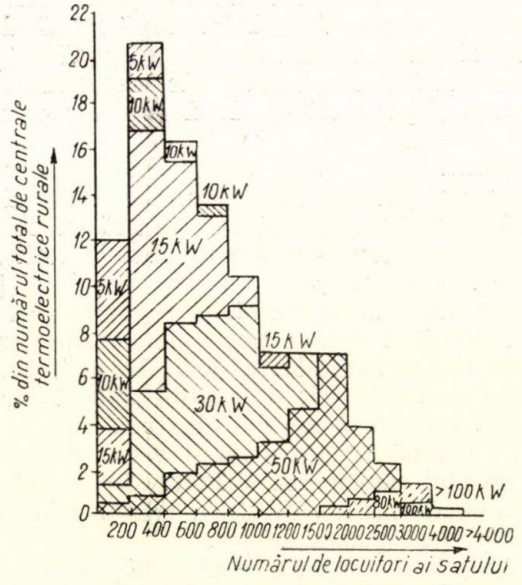


Fig. 4. Repartiția procentuală a numărului de centrale termoelectrice rurale de anumite puteri pentru sate de diferite mărimi.

care ar putea să fie preluate din centrale termoelectrice rurale, s-a întocmit un grafic cu repartiția procentuală a numărului de centrale ter-

Tabela 1

Consum de putere electrică în kW pentru sate cu diferite populații

Nr. crt.	Numărul de locuitori ai satului	sub 200	201 – 400	401 – 600	601 – 800	801 – 1000	1001 – 1200	1201 – 1500	1501 – 2000	2001 – 2500	2501 – 3000	3001 – 4000	4001 – 5000	5001 – 8000	8001 – 10000
1	Putere necesară numai pt. iluminat public, particular, utilizări casnice, kW	2,4	4,8	7,2	9,6	12,0	14,4	18,0	33,0	41,6	50,0	66,0	82,5	132,0	165,0
2	Idem 1, + mici industrii locale, kW	2,8 7,5	5,2 8,0	7,6 8,6	10,0 11,0	12,4 13,4	14,8 15,8	18,4 19,4	33,4 34,4	42,0 43,0	50,4 51,4	66,4 67,4	84,9 83,9	132,4 133,4	165,4 166,4
3	Idem 1, +arii electrificate	10,3	10,8	11,3	11,7	12,4	16,4	20,0	36,9	45,5	53,9	69,9	86,4	135,9	168,9
4	Idem 1, +mici industrii locale +arii electrificate	12,5 17,5	13,0 17,8	13,5 18,3	13,9 18,7	14,4 19,2	16,8 19,7	20,4 21,4	37,3 38,3	45,9 46,3	54,3 55,3	70,3 71,3	86,8 87,8	138,2 139,2	171,2 172,2
5	Idem 1 + G.A.C.	6,1 11,7	6,6 12,2	8,3 12,7	10,7 13,1	13,1 14,2	15,5 16,6	19,1 20,2	34,1 35,2	42,7 43,8	51,1 52,2	67,1 60,2	83,6 84,7	132,1 134,2	166,1 167,2
6	Idem 1 + G.A.S.	12,1 35,5	13,6 36,0	14,1 36,5	14,5 36,9	15,0 37,4	15,5 37,9	20,5 38,6	35,5 41,6	44,1 48,6	52,5 57,0	68,5 73,0	85,0 89,5	134,5 139,0	167,5 172,0
7	Idem 1 + S.M.T.	21,5 35,5	22,0 36,0	22,5 36,5	22,9 36,9	23,4 37,4	23,9 37,9	24,6 38,6	37,2 41,6	45,8 48,6	54,2 57,0	70,2 73,0	86,7 89,5	136,4 139,0	169,6 172,0
8	Idem 1 + G.A.C. + S.M.T.	27,1 46,7	27,6 47,2	28,1 47,7	28,5 48,1	29,0 48,6	29,5 49,1	30,2 49,8	38,3 52,8	46,9 54,5	55,3 59,3	61,3 65,3	87,8 81,8	137,3 141,3	170,3 174,3
9	Idem 1 + G.A.S. + S.M.T.	34,1 70,5	34,6 71,0	35,1 71,5	35,5 71,9	36,3 72,4	36,5 72,9	37,2 73,6	40,2 76,6	47,7 78,3	56,7 80,0	72,7 83,2	89,2 96,5	138,7 146,0	171,7 179,0

moelectrice de anumite puteri pentru diferite mărimi de sate și diferite grade de mecanizare (fig. 4).

În fig. 5 se dă procentual repartiția pe scara de puteri instalate a numărului centralelor termoelectrice rurale. Rezultă din examinarea

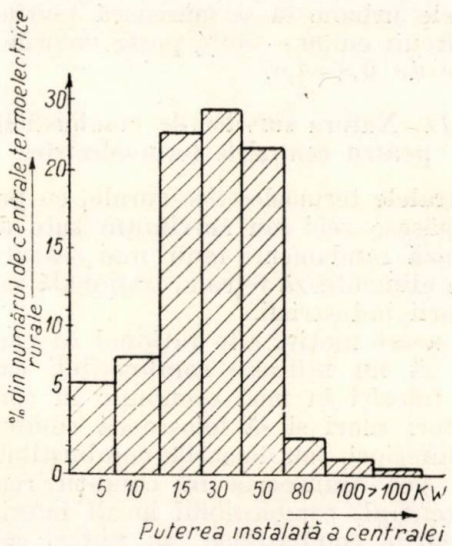


Fig. 5. Repartiția procentuală a numărului de centrale termoelectrice în funcție de puterea instalată a centralei.

acestui grafic că ponderea cea mai mare o reprezintă puterile de 30; 15 și 50 kW, care împreună reprezintă circa 83,5 % din total. Urmează apoi în ordine puterile de 10; 5; 80 și 100 kW.

Examinînd pe rînd posibilitățile de utilizare a scării de puteri:

Putere gener., kW	5	10	15	30	50	80	100
Putere motor, CP	7,5	15	25	50	75	120	150

se constată următoarele:

5 kW (7,5 CP) — poate satisface necesitățile de energie pentru majoritatea satelor care au pînă la 400 locuitori, sate care se găsesc în special în regiunea de munte și au numai mici industrii locale;

10 kW (15 CP) — acoperă necesitățile de energie pentru majoritatea satelor care au o populație cuprinsă între 400—800 locuitori, se găsesc în regiunea de munte și au mici industrii locale. Acest caz este frecvent prin numărul important de sate care intră în această categorie (7,7 % din totalul satelor preluate prin centrale termoelectrice rurale);

15 kW (25 CP) — poate acoperi necesitățile de energie pentru sate care au între 200 — — 1 200 locuitori, se găsesc în regiunea de munte, deal sau șes, posedă mici industrii locale și au mici unități socialiste mecanizate (GAC cu mecanizare puțin dezvoltată); acest caz este frecvent atît prin numărul important

de sate care intră în această categorie (87,9 %) din totalul satelor preluate prin centrale termoelectrice rurale, cît și prin numărul important de locuitori;

30 kW (50 CP) — poate acoperi necesitățile de energie electrică pentru satele de la 400 — — 2 000 locuitori, care se găsesc în special în regiunea de deal sau șes și au mici industrii locale și importante suprafețe agricole (arii electrificate) și unități mecanizate (GAC mici și mijlocii); acest caz este cel mai frecvent (circa 29,1 % din totalul centralelor termoelectrice rurale);

50 kW (75 CP) — poate acoperi necesitățile de energie electrică pentru satele de la 1 200 — — 2 500 locuitori care se găsesc în special în regiunea de deal și de șes și au o dezvoltare mai mare a agriculturii socialiste (GAC, GAS, SMT). Acest caz este important prin frecvența lui (26,5 % din totalul centralelor termoelectrice rurale);

80 kW (120 CP) — poate acoperi nevoile de energie pentru satele mari de la 1 500 la 4 000 locuitori, care se găsesc în special în regiunile de șes și au, în afara consumatorilor enumerați în punctele precedente, importante unități mecanizate ca GAS, SMT sau GAC + SMT, sau GAS + SMT. Acest caz poate fi întîlnit relativ mai rar, deoarece cuprinde 2,3 % din totalul de sate din R.P.R. preluate prin centrale termoelectrice rurale;

100 kW (150 CP) — poate acoperi nevoile de energie pentru satele mari, pînă la 5 000 locuitori, care se întîlnesc mai mult în regiunile de șes. Acesta este un caz puțin frecvent, cuprinzînd numai 0,6 % din totalul de sate cu centrale termoelectrice.

c) **Stabilirea caracteristicii unităților din centrale.** Pentru reducerea investițiilor și obținerea unei instalații cît mai simple, se recomandă ca pînă la puterea de 50 kW să se instaleze în centralele termice o singură unitate de putere corespunzătoare. Între 50 și 100 kW se pot instala una pînă la două unități, în funcție de natura consumului și felul unităților montate (Diesel, locomobile etc.).

Peste 100 kW, este util să se instaleze două unități de puteri egale sau diferite.

În general, în cazul instalațiilor rurale, apare interesant ca în satele cu un număr redus de locuitori și cu un consum de putere casnic redus, însă cu o mecanizare mai avansată care cere puteri mai mari, să se prevadă pentru acoperirea necesităților casnice și un grup de putere mai mică corespunzătoare.

În cazul consumatorilor agricoli, motoarele electrice folosite sînt în general de tipul asincron trifazic, cu rotorul în scurtcircuit, cu puteri de la 2 la 20 kW. Acestea sînt folosite pentru pompele de apă de alimentare și irigații, pentru mori, la treieriș, piue, ferăstraie mecanice etc.

Puterea acestor motoare electrice ajunge adesea de același ordin de mărime cu cel al puterii instalate în generatoarele din centrală. Pornirea și oprirea acestor motoare pot provoca de obicei variații bruște de tensiune de 50—60 %, în cazul în care nu sînt prevăzute regulatoare automate de tensiune [1].

În cazul centralelor termoelectrice, la care motoarele termice sînt prevăzute cu regulatoare automate de viteză, variațiile de frecvență ale centralei nu depășesc de obicei 5 % [1].

Pentru folosirea cît mai largă a aparatelor casnice, becurilor și motoarelor electrice ce se fabrică actualmente în țară, distribuția la consumatori în rețelele rurale se face în curent trifazic, cu frecvența normalizată de 50 per/s și tensiunea de 380/220 V. Ținînd seama de acest considerent, cît și de faptul că centralele termoelectrice rurale sînt amplasate în centrul de consum, apare indicat din punct de vedere economic ca generatoarele să debiteze la tensiunea rețelei.

Generatoarele centralelor termoelectrice rurale, din motivele menționate, se realizează la tensiunea de 400/231 V, 50 per/s, pentru funcționarea cu nulul pus direct la pămînt.

Factorul de putere al generatoarelor se recomandă să fie luat egal cu 1 la grupul de 5 kW. Generatoarele începînd de la 10 kW în sus este util să fie construite pentru cos $\varphi = 0{,}7$ pentru a putea asigura consumul de putere reactivă la funcționarea în gol a motoarelor și a transformatoarelor [1].

Stabilitatea funcționării motoarelor asincrone din rețea, ca și reducerea variațiilor de tensiune la deconectarea acestora, impun ca pentru generatoarele urbane să se mărească tensiunea de scurtcircuit cu 30 — 50 % peste valorile curent folosite de 0,8—1,0.

II. Natura surselor de combustibil pentru centralele termoelectrice

Centralele termoelectrice rurale, cu puteri ce nu depășesc zeci sau maximum sute de kW, realizează randamente mult mai scăzute decît cele ce alimentează rețeaua națională sau consumatorii industriali.

Din acest motiv, este rațional ca centralele rurale să nu utilizeze combustibili care pot să fie folosiți în mod economic în centralele de puteri mari și să folosească combustibilii locali inferiori, sau deșeurile combustibile, care nu se pot transporta în condiții rentabile.

În general, combustibilii locali inferiori, ca și deșeurile combustibile, au puteri calorifice scăzute, ceea ce impune ca folosirea lor să se facă în imediata apropiere a locului unde aceștia devin disponibili. În unele cazuri, caracterul sezonier al extragerii acestora ridică pentru centrală problema depozitării lor (stuf), sau utilizarea unui al doilea combustibil.

În unele cazuri, în special atunci cînd exploatarea zăcămintelor de combustibil se face manual, prețul combustibililor inferiori, exprimat pe unitate calorică, este mai ridicat decît al combustibililor superiori.

În afară de combustibilii inferiori, este indicat din punct de vedere energetic să se folosească în centralele rurale deșeurile combustibile agricole, la care nu li se poate găsi o utilizare mai rațională.

Numai în cazurile în care în regiunea respectivă nu se dispune de combustibili locali sau deșeuri combustibile se poate apela la combustibili superiori (produse petrolifere și eventual gaze naturale).

Combustibilii inferiori locali care prezintă interes pentru centralele termoelectrice rurale sînt: turba, cărbune inferior la exploatare la zi, gaz metan de presiune inferioară, trestie etc. În nici un caz nu se recomandă din punct de vedere energetic folosirea lemnului drept combustibil.

Dintre deșeurile combustibile care prezintă un interes deosebit pentru centralele rurale se menționează: pleava din cereale, turte de la presarea uleiului, coji din semințele din care s-a scos uleiul, tescovina de vin și țuică, paie folosite, deșeurile industriei forestiere și de prelucrare a lemnului.

Dintre deșeurile combustibile din agricultură, o mențiune cu totul specială trebuie să fie făcută asupra utilizării biogazului [5]. Biogazul este un gaz organic care se obține din deșeurile agricole, gunoi de grajd, deșeuri de legume etc., printr-un proces biologic de descompunere (fermentare) a materialelor fibroase și a scoarțelor groase plutitoare. Îngrășămintele astfel produse sînt mai valoroase chiar decît gunoiul normal de grajd, pentru că nu se pierde azotul. Biozagul conține 62 % metan și 38 % bioxid de carbon și are numai urme de azot, hidrogen și hidrogen sulfurat. Puterea calorifică superioară este de circa 5 900 kcal/Nm^3.

Astfel, într-o unitate agricolă posedînd 100 vite cornute, dacă pentru fiecare animal se alocă zilnic 10 kg de paie pentru așternut, se poate obține o cantitate anuală de biogaz echivalentă cu 70 t motorină [5].

III. Centrale termoelectrice rurale

Centralele electrice rurale, așa cum s-a arătat, au ca scop să deservească consumatorii de la sate (gospodăriile rurale, SMT, industria sătească etc.).

Ținînd seama de natura și puterea consumului de energie electrică, a rezultat că puterea instalată a acestora poate varia în medie între 5 și 100 kW. Numai pentru localități ce depășesc 5 000 locuitori și au o mecanizare mai importantă se ajunge la puteri de circa 180 kW.

Energia electrică se folosește în agricultură pentru două scopuri principale: iluminare electrică a gospodăriilor și clădirilor social-culturale, a străzilor și a diferitelor încăperi folosite special în agricultură, cum și pentru acționarea electrică a mașinilor de lucru și a pompelor [6].

În afară de folosirea iluminatului electric pentru îmbunătățirea condițiilor de trai, iluminatul în agricultură are și scopuri industriale, fiind un factor care poate interveni în mod activ pentru creșterea producției.

Astfel, se utilizează iluminatul electric al ariilor de treier, al serelor, al cotețelor de găini. De asemenea, se pot folosi becuri electrice pentru protejarea livezilor sau a grădinilor de zarzavat (200 W la o livadă de 5 ha).

În funcție de componența consumatorilor, durata de utilizare a sarcinii electrice maxime variază între 1 000 — 2 000 h/an.

Astfel, exclusiv pentru iluminat, se poate admite o durată de utilizare a puterii instalate în centrală de 1 000 h/an. Pentru centrale cu puteri pînă la 10—15 kW, cu consumatori de iluminat și o pondere redusă a motoarelor electrice, 1 500 h/an, iar pentru mecanizare mai accentuată 2 000 h/an.

Centralele folosite exclusiv pentru iluminat, cu puteri de 5 kW funcționează maximum 5—6 h/zi. Cele care deservesc și motoare (10 — — 37 kW) funcționează 10 — 12 h/zi, iar cele peste 37 kW, 15 — 20 h/zi.

Numărul personalului centralelor depinde de felul centralei, mărimea acesteia, natura combustibilului și numărul orelor de funcționare.

Pentru centralele cu puteri foarte mici (5 kW), care nu funcționează decît un număr redus de ore pe zi, nu este necesar personal special, grupul putînd fi deservit de exemplu de mecanicul morii unde este instalat [1]. Centralele cu puteri de la 10 — 37 kW, care sînt instalate în incinta SMT și gospodăriilor agricole de stat, cu o durată de funcționare de 10—12 h/zi, pot fi deservite de mecanicul și electricianul SMT sau gospodăriei [1]. Pentru celelalte centrale este însă necesar personal special.

Centralele termoelectrice agricole, în funcție de ciclul folosit pentru transformarea căldurii în energie electrică se pot clasifica în:

— centrale Diesel;

— centrale cu abur (în special cu semistabile).

După combustibilul folosit, aceste centrale se pot grupa în:

— centrale cu combustibil superior (motorină, gaz metan);

— centrale cu combustibili locali (turbă, lignit, cărbune brun, lemn etc.);

— centrale cu deșeuri agricole (turte de la presarea uleiului, tescovină de vin și țuică, coji de semințe de ulei, pleavă de cereale, gaze combustibile, de exemplu biogaz, obținute la fermentarea gunoaielor pentru îngrășăminte).

Motoarele Diesel de puteri mici sînt prevăzute să funcționeze cu motorină. Acestea pot să

utilizeze și gaz metan, gaze de gazogen provenite din combustibili solizi locali sau deșeuri agricole și chiar biogaz, în cazul în care sînt construite în mod special, sau sînt adaptate corespunzător.

Centralele cu abur pot să fie construite să utilizeze combustibili locali și deșeuri agricole.

Pe cînd centralele cu motoare Diesel au randamente mai bune, cele cu cicluri cu abur au randamente globale foarte scăzute față de centralele mari din sistem.

IV. Considerații economice asupra centralelor rurale

Ținînd seama de numărul satelor electrificate în prezent și excluzînd numărul celor care vor fi alimentate din centrale hidroelectrice locale și resurse energetice locale, se consideră un număr de aproximativ 7 000 sate cărora va trebui să li se asigure putere și energie electrică fie din centralele rurale locale, fie din centrale electrice raionale mari, prin racorduri la rețeaua de înaltă tensiune.

Considerînd un plan de perspectivă modest, electrificarea tuturor satelor de la noi se va putea face în circa 20 ani (circa 500 sate/an); rezultă că se poate admite pentru viitor la un consum specific de energie de :

	kWh/loc.an
— pentru iluminat	15
— pentru forță	25
Total	40

Pentru cele 7 000 sate, care pot fi preluate prin centrale termoelectrice locale sau din sistem, la o populație medie a satului de 1 000 locuitori, rezultă următorul consum :

— energie electrică anuală :
7 000 × 1 000 × 40 = **280 000 000 kWh/an**
— putere electrică maximă (la 1 500 h/an) :
280 000 000/1 500 = **187 000 kW**

Asigurarea cu această putere și energie electrică, pentru cele 7 000 de sate considerate, va putea să fie făcută în una din cele două soluții :

soluția I — prin centrale termoelectrice rurale locale cu grupuri Diesel de 7, 25, 50, 100 CP;

soluția II — prin racord la rețeaua de înaltă tensiune.

Din studii economice efectuate și publicate rezultă că soluția cu racordarea la rețea, deși cere o investiție mai mare, necesită o cheltuială anuală mai redusă, față de soluția cu centrale rurale, ceea ce permite ca să se recupereze diferența de investiții din economiile anuale în circa 8,5 ani.

Dacă se ține seama însă de faptul că puterea totală instalată în centralele rurale este mai mare decît cea care se instalează în acest scop în centralele sistemului, din cauza factorului de simultaneitate, rezultă că durata de recuperare este și mai scăzută și apare și mai evident ca alimentarea satelor să se facă prin racord la rețeaua de înaltă tensiune.

Soluția II-a, cu alimentare cu energie electrică din rețeaua națională de înaltă tensiune, permite ca în plus să se aducă și o economie anuală de combustibil superior lichid, motorină, de circa 70 000 t, care va putea fi folosită pentru motoare de tracțiune (tractoare, vase etc.).

Din valorile luate în considerare rezultă că pentru a nu se face un efort prea mare de investiții, mai ales în linii de înaltă tensiune de racord cu centralele raionale, în special pînă la dezvoltarea rețelei locale de distribuție și racordul abonaților din sate, este interesant să se pornească la început cu centrale rurale provizorii.

Ca soluții provizorii, cu toate că necesită combustibil superior, cel mai bine se pretează centralele cu motoare Diesel, care au gabaritele cele mai mici și necesită volumele clădite cele mai reduse.

Pentru a se realiza soluții cît mai ieftine și care să necesite un timp cît mai redus de instalare, apare necesitatea ca împreună constructorii de motoare și proiectanții centralei să studieze posibilitățile de realizare de astfel de instalații, cu folosirea la maximum a blocurilor premontate din instalație și a clădirilor din elemente prefabricate demontabile.

Acest lucru ar permite să se înceapă electrificarea satelor, acolo unde nu sînt îndeplinite condițiile economice de racord la rețea, printr-o centrală rurală provizorie demontabilă. După cîțiva ani, cînd consumul de energie electrică din satul respectiv s-a dezvoltat corespunzător și s-au creat condițiile de racord la rețea, se poate demonta această centrală și monta în alt sat. În cazul considerat, pierderile prin demontare ar fi foarte reduse și termenele de montare de centrale rurale foarte scurte.

Din punct de vedere economic, centralele rurale termoelectrice definitive apar interesante numai atunci cînd satul respectiv, sau un grup de sate învecinate, se găsesc la distanțe mari de stațiile electrice ale sistemului. Din punct de vedere energetic, atunci cînd se dispune de resurse energetice locale, cum ar fi de exemplu biogazul, coji de semințe etc., cărora nu li se poate da o altă întrebuințare mai rațională, este necesar să se cîntărească cu multă grijă dacă nu trebuie făcute totuși centrale locale, chiar dacă indicii economici sînt mai scăzuți.

În cazul în care se pune problema și a alimentării cu căldură a unor consumatori concentrați, este indicat din punct de vedere economic să se construiască centrale de termoficare rurale. Acestea vor fi realizate fie prin grupuri cu abur cu contrapresiune, fie cu utilizarea căldurii din gazele arse de la motoarele Diesel.

V. Concluzii

Din examinarea posibilităților de alimentare cu energie electrică a satelor din R.P.R. care nu pot fi preluate din centrale hidroelectrice rurale sau cu resurse energetice locale, rezultă că este indicat atît economic, cît și tehnic, ca electrificarea acestora să se facă prin racord la rețeaua de înaltă tensiune a sistemului. Surplusul de investiții cerut de această soluție, în medie pe țară, se recuperează din diferențele de economii realizate în mai puțin de nouă ani.

Pînă la dezvoltarea arterelor de înaltă tensiune într-o anumită regiune, electrificarea satelor se poate demara prin centrale termoelectrice rurale provizorii, care vor fi demontate o dată cu construirea liniilor electrice de înaltă tensiune.

Dintre tipurile de centrale termoelectrice, cel mai bine se pretează pentru situația provizorie cele cu motoare Diesel și locomobile mobile, care permit să se recupereze integral instalațiile mecanice.

Acțiunea întreprinsă de fostul Comitet de Stat pentru Arhitectură și Construcții de întocmire de proiecte tip pentru cîteva mărimi de centrale provizorii cu motoare Diesel (30, 45, 120 kW) trebuie continuată în sensul de găsire a unor soluții constructive cît mai simple, mergînd pînă la folosirea de prefabricate, dacă acest lucru se va dovedi că este economic.

Începerea electrificării satelor cu centrale provizorii cu cîțiva ani înaintea construirii liniilor de înaltă tensiune oferă timpul necesar pentru dezvoltarea rețelei de distribuție rurală și a aparatelor casnice, astfel ca la efectuarea racordului la rețeaua de înaltă tensiune să se asigure o anumită încărcare pentru postul satului respectiv.

Construirea centralelor cu locomobile sau cu semistabile prezintă interes pentru un sat cu un consum mai mare, sau un grup compact de localități rurale, care dispun de resurse energetice locale. În acest sens este indicat să se studieze construirea de locomobile pentru stuf, coji de semințe, deșeuri de lemn etc. Dezavantajul acestor instalații, pe lîngă prețul ridicat, îl constituie randamentul lor scăzut, atunci cînd nu sînt folosite ca centrale cu termoficare.

Centralele cu generatoare cu gaze, cu toate că dau posibilitatea utilizării deșeurilor agricole ca pleavă, coji de semințe etc., pot fi realizate în condiții mai economice pentru puteri mai mari, care ies din scara normală preconizată pentru majoritatea satelor din țară. Complicațiile instalației, tehnicitatea ridicată ce se cere personalului de exploatare, ca și pericolul de explozie în cazul nerespectării condițiilor de exploatare sînt un motiv în plus ca aceste instalații să nu fie recomandate pentru electrificarea rurală, în condițiile specifice din țara noastră.

Dezvoltarea mare pe care a arătat-o în ultima vreme în străinătate prepararea și utilizarea biogazului pentru motoare stabile și de tractoare impune ca această problemă să fie aprofundată și în țara noastră pentru aplicarea în agricultură.

Grupurile cu care vor fi echipate centralele termoelectrice rurale vor trebui să fie prevăzute cu regulatoare de viteză care pe cît posibil să permită și funcționarea în paralel a acestor agregate. Generatoarele electrice să fie construite la tensiunea trifazică de 3 × 400/231 V, 50 Hz, cu factorul de putere 1, la puterea de 5 kW și de 0,7 pentru puterile ce depășesc această valoare și cu tensiune de scurtcircuit mai mare. De asemenea, să se prevadă reglarea automată a tensiunii.

Folosirea energiei electrice pentru iluminat conduce pentru fiecare kWh consumat la o economie de 0,67 kg de petrol lampant, ceea ce pentru țara noastră poate conduce la etapa finală la economisire a circa 60 000 t.

Pentru efectuarea unui plan concret de electrificare a satelor din țara noastră, este necesar să se procedeze metodic, așa cum s-a acționat în U.R.S.S. și R.P.U. [9], să se întocmească un număr de 50 — 100 echipe, formate din 4—5 tehnicieni de specialitate (geolog, inginer, hidroenergetician, electroenergetician, termoenergetician și constructor) care împreună cu delegații sfatului popular al comunei și cel raional să studieze pentru fiecare sat în parte, la fața locului, care este mărimea consumului, resursele energetice locale, posibilitățile de amenajare hidroelectrică și să fixeze principial soluția de alimentare cu energie electrică a localității respective și eventual termoficare a unității agricole respective.

Bibliografie

[1] Sazonov N. A.: *Centrale electrice rurale și condițiile ce trebuie să îndeplinească utilajul lor electric.* Elektricestvo, nr. 3 (1947).

[2] ***: *Indicatorul statistic al satelor și unităților administrative din R.P.R.*, publicat în 1930.

[3] Golopenția A. și Georgescu D.: *Populația Republicii Populare Romîne la 25 ianuarie 1948.* Institutul de Statistică.
[4] M.E.E.I.E.: *Norme pentru întocmirea proiectelor de rețele electrice de joasă tensiune de distribuție rurală* (1952).
[5] Stăncescu I. D.: *Baze combustibile din deșeuri agricole și alte materii organice*, Energetica, nr. 11 (1956) după Schmidt F. și Eggersglüss, BWK (1954) nr. 7, p. 249 (1951).
[6] Sazonov N. A.: *Utilizarea complexă a energiei electrice în agricultură.*
[7] I.S.P.E.: *Studiu privind „Stabilirea tipurilor principale de microcentrale (hidro și termo), scara puterilor pentru fiecare tip și specificarea utilajului mecanic și electric necesar fiecărui tip.* București (1953).
[8] Tomescu N.: *Sursele de energie electrică pentru unitățile agricole socialiste* — Mecanizarea și electrificarea agriculturii, nr. 1 (1957), p. 42/45.
[9] Simon I.: *Înființarea unor microcentrale hidraulice în R.P.U.* — Caiet Selectiv — Electrificare și Electrotehnică, nr. 4 (1953) — I.D.T.

621.311.21: 63

Amenajarea de centrale hidroelectrice de mică putere pentru electrificări rurale în R.P.R.

S. BOGDAN și ȘT. ZAREA — București

În condițiile din R.P.R. se justifică amenajarea de centrale hidroelectrice de mică putere pentru electrificări rurale, în special în regiunile izolate, în care există numeroase posibilități de amenajări avantajoase. Este indicat să se adopte soluția amenajării de uzine cu puteri între 100 și 1 000 kW, care pot asigura electrificarea mai multor sate apropiate, luîndu-se însă în considerare și amenajarea de microcentrale sub 100 kW, pe cît posibil prin reamenajarea unor instalații existente. Se propun o serie de măsuri în vederea realizării unui program de amenajări de acest fel și de fabricare a echipamentului necesar.

1. Oportunitatea amenajării centralelor hidroelectrice de mică putere în stadiul actual al electrificării țării noastre

Deși în domeniul producerii energiei electrice progresul tehnic și cerințele economice conduc la construcția de centrale termo și hidroelectrice cu puteri instalate din ce în ce mai mari, totuși și construcția centralelor electrice sub 1 000 kW este justificată, în special pentru alimentarea cu energie a unor consumatori izolați și pentru utilizarea resurselor energetice locale.

În stadiul actual al electrificării țării noastre, amenajarea de centrale hidroelectrice de mică putere prezintă un interes deosebit, mai ales pentru regiunile din țară bogate în resurse hidroenergetice, care sînt situate la distanțe mari de rețelele sistemelor energetice. În aceste regiuni există numeroase situații în care prin construcția de centrale hidroelectrice mici se poate realiza electrificarea satelor și se poate asigura alimentarea cu energie electrică a industriilor locale, în condiții tehnice și economice avantajoase.

În această privință este necesar a fi relevate două situații care ar trebui să conducă la favorizarea amenajării de centrale hidroelectrice de mică putere:

În primul rînd faptul că majoritatea satelor noastre sînt situate lîngă sau în apropierea unor cursuri de apă care dispun de un potențial energetic suficient pentru a putea amenaja mici centrale hidroelectrice. Acest lucru este scos în evidență pe harta din fig. 1, pe care sînt figurate cursurile de apă, care au un potențial teoretic mai mare decît 50 kW/km, precum și zonele cu potențial ridicat peste 300 kW/km. Din examinarea acestei hărți se observă că în zonele de munte și de deal, în afară de Dobrogea și de teritoriul dintre Prut și Siret, cursurile de apă cu un potențial de peste 50 kW/km acoperă teritoriul cu rețea destul de deasă, astfel că numai un procent mic de sate sînt situate la distanțe mai mari decît 10—12 km de astfel de cursuri de apă. Și în zonele de cîmpie un procent important din numărul satelor sînt înșirate în lungul Oltului, Jiului, Argeșului, Ialomiței și ale altor rîuri cu potențial mare, dar care se pretează mai puțin la amenajări economice de centrale de mică putere.

În al doilea rînd trebuie relevat faptul că extinderea rețelei sistemelor energetice peste tot teritoriul țării se va face în viitor în mod treptat, astfel încît etapa finală va fi atinsă probabil abia după anul 1975. Din această

*) Ing. *S. Bogdan* este inginer șef de proiect la I.S.P.E. Ing. *Șt. Zarea* este șef de lucrări la catedra de Mașini hidraulice a Institutului Politehnic — București.

cauză în aproape toate regiunile țării sînt zone importante, în care electrificarea satelor și a unităților agricole socialiste s-ar putea realiza mai devreme decît va fi posibil prin extinderea sistemelor energetice, folosind resursele energetice ale cursurilor de apă din zonele respective. În această situație sînt în special zone importante din nordul Moldovei, nordul Ardealului, munții Apuseni și din lungul lanțului munților Carpați.

În această privință și în planul de electrificare s-a prevăzut ca în prima etapă de 10 ani, din numărul satelor care urmează a fi electrificate, aproximativ 50% să fie alimentate cu energie prin amenajarea de microcentrale electrice locale, dîndu-se preferință microcentralelor care vor folosi energia apelor.

În general sînt socotite centrale hidroelectrice de mică putere uzinele avînd o putere instalată mai mică decît 1 000 kW, deosebindu-se două clase de mărime :

— centrale cu putere instalată sub 100 kW (microcentrale) care pot alimenta cu energie numai unul sau două sate apropiate, un SMT sau o gospodărie agricolă și o mică întreprindere industrială izolată ;

— centrale cu puteri instalate cuprinse între 100 și 1 000 kW, care pot asigura alimentarea cu energie a unui număr mai mare de sate, situate pe o rază de 20—25 km, a unui oraș mic sau a unei întreprinderi industriale mijlocii.

Micile centrale hidroelectrice care se amenajează pentru electrificarea satelor din regiunile izolate, în cazul cînd sînt bine concepute și executate, astfel încît să poată avea o funcționare sigură și economică, vor continua să fie menținute în exploatare și după racordarea regiunilor respective la rețelele sistemelor energetice.

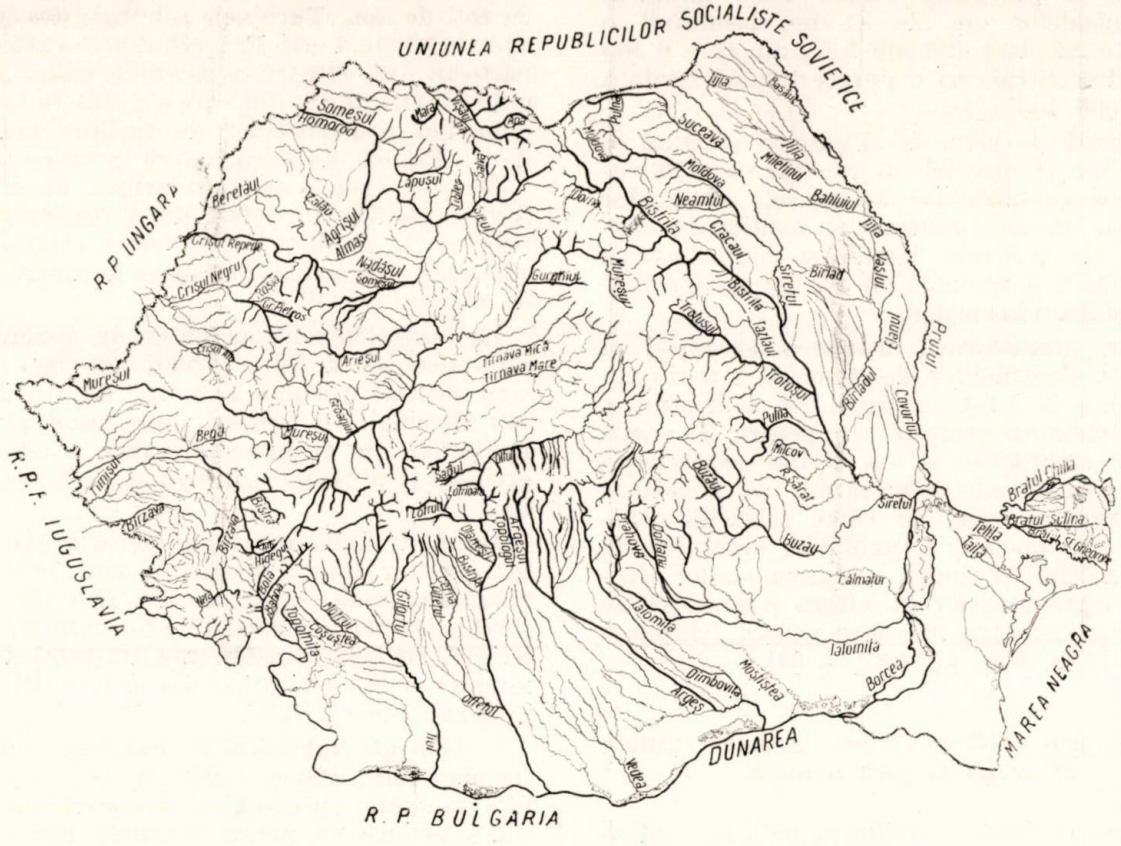


Fig. 1

— 0,50 kW/km
▬ 50—300 kW/km

În urma racordării la rețelele sistemelor energetice, exploatarea uzinelor izolate se va îmbunătăți prin posibilitatea de a fi automatizate și de a folosi integral toată cantitatea de energie pe care o pot produce, nemaifiind limitată această folosire de regimul curbelor de sarcină a consumatorilor rurali.

Studiul și amenajarea de mici centrale hidroelectrice prezintă interes nu numai în regiunile izolate, ci peste tot unde aceste amenajări se pot realiza în condiții economice avantajoase. Acest lucru este demonstrat și de realizările din alte țări, deoarece peste tot, chiar și în regiunile în care electrificarea rurală este practic terminată, în paralel cu construcția centralelor de mare putere se amenajează și uzine sub 1 000 kW, în cazul cînd prețul de cost al energiei obținute este avantajos, ca, de exemplu, în R. Cehoslovacă, Suedia, Italia și Franța [8].

Realizările cele mai însemnate în acest domeniu au fost înfăptuite în Uniunea Sovietică, unde pentru electrificarea satelor și a agriculturii s-au construit un număr considerabil de microcentrale electrice rurale, utilizînd energia apelor sau combustibili locali.

Astfel, la începutul anului 1955 numărul microcentralelor era de 31 100, însumînd o putere totală de 1 420 000 kW, din care 6 200 microhidrocentrale cu o putere totală instalată de 378 000 kW [4].

În directivele celui de-al șaselea cincinal se prevede ca, în paralel cu racordarea colhozurilor și a sovhozurilor la rețelele sistemelor energetice, să se organizeze în continuare construcția de centrale termo și hidroelectrice interraionale și raionale cu participarea colhozurilor și a sovhozurilor.

Pentru promovarea, ușurarea execuției și reducerea cheltuielilor de amenajare a microcentralelor, în Uniunea Sovietică s-au studiat și s-au elaborat proiecte tip pentru diversele părți de amenajare și s-a tipizat construcția echipamentului electromecanic, asigurîndu-se producerea în serie, de către fabricile constructoare de mașini, a turbinelor hidraulice de diverse mărimi și tipuri, a generatoarelor electrice, a regulatoarelor de viteză și a celorlalte aparate și instalații necesare pentru echiparea centralelor de mică putere [1], [9].

II. Centralele hidroelectrice de mică putere existente în țara noastră

În țara noastră contribuția uzinelor hidroelectrice de mică putere la electrificarea rurală este modestă.

Din totalul satelor electrificate la noi, majoritatea (circa 68%) sînt racordate la rețelele de distribuție ale sistemelor energetice sau ale centralelor industriale și numai un număr mic de sate (circa 8% din cele electrificate) sînt alimentate de microcentrale hidroelectrice.

La sfîrșitul anului 1955 din puterea totală a centralelor hidroelectrice din țara noastră, aproximativ 100 000 kW, puterea instalată a uzinelor hidroelectrice, mai mici decît 1 000 kW, însuma aproximativ 21500 kW.

Pe lîngă aceste uzine hidroelectrice mai există în țara noastră cîteva mii de instalații hidraulice cu acționare directă, din care majoritatea o constituie morile de apă și ferăstraiele țărănești. Evaluările din trecut în ce privește puterea lor totală variază între aproximativ 25 000 și 50 000 kW, prima cifră fiind probabil mai apropiată de realitate.

a) **Centrale hidroelectrice rurale cu puteri instalate mai mici decît 100 kW.** În prezent, există în țara noastră un număr de circa 70 uzine hidroelectrice rurale avînd puteri mai mici decît 100 kW, care deservesc electrificarea satelor. Puterea totală instalată a acestor microcentrale este de circa 2 300 kW, ceea ce revine aproximativ la 32 kW în medie pe uzină.

Majoritatea acestor microcentrale deservesc electrificarea unui singur sat și sînt echipate cu turbine, dar există și cîteva care sînt echipate cu roți de apă. Turbinele cele mai des întîlnite sînt turbinele de tip Francis, dintre care o mare parte au fost construite de către uzina „Strungul" din Orașul Stalin, care a ajuns în trecut în domeniul construcțiilor de turbine hidraulice de tip Francis de mică putere la unele tipizări.

De asemenea, o serie de turbine elicoidale au fost construite din lemn, după proiectul D. I. Socolov, în ateliere locale, iar în cîteva cazuri s-au construit turbine hidraulice de diverse tipuri, de meșteri locali.

La centralele noi s-au folosit, în general, turbine elicoidale de lemn și numai în cîteva cazuri s-au utilizat turbine metalice de tip Francis sau elicoidal. În general, lipsa unei producții industriale de turbine hidraulice a adus mari greutăți și a frînat construirea microcentralelor.

După devizele întocmite pentru executarea mai multor microcentrale în anii 1951—1952 rezultă că cele construite din nou au avut o investiție specifică medie de aproximativ 9 000 lei/kW, iar cele transformate din mori de aproximativ 5 000 lei/kW, scăzînd în unele cazuri pînă sub 2 000 lei/kW.

b) **Centrale hidroelectrice existente, cu puteri instalate între 100 și 1 000 kW.** În țara noastră funcționează în prezent un număr de 50 centrale hidroelectrice cu puteri instalate între 100 și 1 000 kW însumînd în total aproximativ 18 500 kW, ceea ce revine în medie la 370 kW de centrală.

Tipul de amenajare al majorității uzinelor este cel de derivație, funcționînd pe firul apei, unele uzine avînd cel mult bazine de compensare orare, la captare. Din această cauză aproape toate uzinele acestea au funcționat de la început în paralel cu centrale termoelectrice, sau li s-au adăugat ulterior grupuri Diesel de rezervă.

În situația actuală, numai 9 din uzinele din această categorie funcționează independent, cu grupurile termice de rezervă respective.

Între acestea trebuie menționate centralele hidroelectrice Novaci, pe Gilort ($P_i = 660$ kW) și Herculane, pe Cerna ($P_i = 320$ kW), care alimentează cu energie electrică două rețele relativ întinse de electrificare rurală, avînd racordate circa 20 de sate.

Toate celelalte centrale electrice ale amenajărilor din această categorie au fost deja racordate la rețelele sistemelor energetice, sau la rețele locale importante, și au o funcționare care permite utilizarea aproape integrală a energiei pe care o pot produce. Exploatarea

acestor uzine se face în condiții avantajoase, chiar și în cazul uzinelor, care au abia 100 kW, costul de producție al energiei scăzînd pînă sub 0,20 lei/kWh.

Centralele sînt echipate în majoritatea cazurilor cu grupuri cu turbine Francis și numai în cîteva cazuri se întîlnesc și turbine Kaplan.

În aproape toate centralele, grupurile electrogene dispun de regulatoare automate de viteză, chiar și în cazul grupurilor sub 100 kW, și în numeroase cazuri și de regulatoare automate de tensiune.

III. Studiul posibilităților de amenajare de centrale hidroelectrice rurale în țara noastră și stabilirea puterii și a tipului acestor amenajări

1. **Studiul și proiectarea de centrale hidroelectrice de mică putere în diverse regiuni din țară.** Pentru toate cursurile de apă din țara noastră, care au un debit permanent, se execută de către ISPE inventarierea sistematică a potențialului hidroenergetic. În cadrul acestei lucrări se studiază și schema de amenajare hidroelectrică pentru fiecare curs de apă, sau sector de curs de apă, pe care se pot amenaja în condiții tehnice normale uzine hidroelectrice mai mari decît 1—3 MW.

Pentru restul cursurilor de apă, care prezintă interes pentru amenajarea de centrale hidroelectrice rurale, se face în cadrul acestor studii de inventariere numai calculul debitelor și al potențialului disponibil, fără să se cerceteze pe teren posibilitățile și condițiile în care s-ar putea amenaja centrale hidroelectrice de putere mică.

În cîteva cazuri și pentru această categorie de rîuri s-au făcut studii pe teren și proiecte de centrale hidroelectrice de mică putere, din care rezultă că există multe situații în care s-ar putea realiza amenajări avantajoase din punct de vedere economic, cum și amenajări complexe foarte interesante pentru producerea de energie, pentru irigații și piscicultură.

Din această cauză pentru a se cunoaște posibilitățile de amenajare de centrale hidroelectrice rurale din toate regiunile țării, ar fi necesar să se dea ca sarcină studiul și proiectarea acestor uzine institutelor de proiectare, care sînt în măsură să facă toate aceste lucrări, folosind în acest scop inventarierea potențialului făcută de ISPE și materialul documentar existent.

Această sarcină credem că ar fi indicat să fie preluată de către institutele de proiectare ale sfaturilor populare regionale, eventual în colaborare cu ISPE, în special, pentru întocmirea proiectelor tip pentru diverse construcții din cadrul amenajărilor (clădirea centralei, baraje, stăvilare etc.) și pentru echipamentul centralei și al stației de conexiuni și transformare.

Pe baza studiilor și proiectelor, care se vor întocmi, atît pentru centrale hidroelectrice cu puteri $P_i = 100 - 1\,000$ kW, cît și pentru microcentrale și reamenajări de instalații existente, se va putea realiza un program amplu de lucrări, aplicîndu-se metodele moderne de construcție și montaj al uzinelor hidroelectrice rurale, care se practică, în special, în Uniunea Sovietică [9] pentru reducerea costului și facilitarea execuției lucrărilor.

2. **Microcentrale în fiecare sat sau centrale electrice raionale.** Problema cea mai importantă care ar trebui lămurită în legătură cu amenajarea de centrale hidroelectrice pentru electrificarea rurală și cu alegerea puterii lor este stabilirea soluției optime de electrificare și anume dacă este indicat să se construiască în fiecare sat cîte o microcentrală, sau este mai avantajos să se construiască, pentru mai multe sate învecinate din bazinul unui rîu sau dintr-un raion, o singură uzină de putere mai mare decît 100 kW, cu o rețea electrică de 6 sau 15 kV, pentru deservirea satelor respective.

Puterea necesară pentru acoperirea consumului de energie electrică a unui sat depinde de numărul locuitorilor, de regiunea în care este așezat satul, de micile industrii locale și de unitățile agricole existente în satul respectiv.

Majoritatea satelor de la noi avînd 400 — 2 000 locuitori, puterea necesară pentru electrificarea lor în prima etapă variază între 20 și 50 kW, pentru un sat în care, pe lîngă iluminat și utilizări casnice, există o mică industrie locală (moară). Pentru satele mai mari, de 2 000 locuitori, sau în care există S. M. T. sau GAS, puterea necesară se ridică pînă la aproximativ 100 kW, iar în satele mai mici, din regiunea de munte și deal, puterea necesară se reduce pînă la aproximativ 10—20 kW.

Pentru o centrală hidroelectrică destinată să acopere consumul de energie electrică al mai multor sate, puterea instalată crește proporțional cu numărul și mărimea satelor, cum și cu importanța industriilor locale existente; astfel, pentru o uzină raională din regiunea de deal sau munte, care ar deservi între 30 și 60 sate, puterea instalată necesară variază între aproximativ 400 și 1 000 kW.

În urma analizării factorilor principali, care trebuie luați în considerare pentru stabilirea soluției optime de electrificare rurală, rezultă că în condițiile din țara noastră este, în general, mai indicat să se amenajeze centrale hidroelectrice cu puteri mai mari decît 100 kW, de preferință între 400—1 000 kW, care pot asigura electrificarea unui număr mai mare de sate, sau a unui raion în întregime, în condiții tehnice și economice mai avantajoase, din următoarele motive:

— Resursele hidroenergetice nu sînt răspîndite în mod uniform peste tot, situațiile mai favorabile pentru amenajări hidroelectrice

ivindu-se pe cursurile de apă ceva mai importante. Din această cauză există interesul ca, în satele așezate pe astfel de rîuri, să se construiască uzine de putere mai mare, pentru ca să se poată electrifica cu ajutorul lor și satele din apropiere, lipsite de resurse.

— Cursuri de apă cu un potențial mai mare decît 100—150 kW/km, pe care se pot găsi posibilități avantajoase de realizare a unor amenajări de 400—1 000 kW, există în țara noastră în majoritatea raioanelor din regiunile de munte și de deal.

— Majoritatea satelor din țara noastră sînt așezate de-a lungul văilor, la mică distanță unul de altul (în general 2—5 km) din care cauză construcția unor linii electrice locale de distribuție de 6—15 kV nu reclamă investiții prea mari.

— Costul specific de instalare scade mult, în condiții normale, o dată cu creșterea puterii instalate a centralelor, deoarece pentru uzine mai mari decît 100 kW se pot alege sectoare de rîuri care prezintă condițiile mai favorabile de amenajare. Datorită acestui fapt, în condiții normale, investițiile necesare pentru electrificarea unui grup de sate nu vor fi mai mari, în cazul amenajării unei singure centrale hidroelectrice și a rețelei de distribuție de înaltă tensiune dintre sate, decît în cazul cînd s-ar construi o microcentrală în fiecare sat.

— Costul de producție al energiei electrice produse este mult mai redus la o centrală mai mare decît la o microcentrală, în special, deoarece numărul personalului de exploatare nu crește proporțional cu puterea uzinei și lucrările de întreținere necesare sînt relativ mai mici.

— Siguranța în exploatare este mai mare și calitatea energiei furnizată consumatorilor este mult mai bună în cazul amenajării unor centrale mai mari decît 100 kW. În acest caz, datorită posibilității de a se realiza în condiții economice o amenajare cu construcții robuste și cu echipament electromecanic perfecționat, cu reglare automată a vitezei și a tensiunii, se poate asigura o funcționare permanentă a centralei și se poate menține tensiunea și frecvența în limitele normale cerute de consumatorii de lumină și forță din zona deservită. În schimb în cazul unei microcentrale sătești, pot surveni întreruperi de lungă durată, din cauza viiturilor sau a înghețului, iar tensiunea și frecvența sînt variabile, fiind greu de realizat punerea în funcțiune a electromotoarelor mai mari de circa 10 kW și buna deservire a unor consumatori mai pretențioși: aparate electromedicale, clocitoare electrice etc.

Din experiența dobîndită pînă în prezent la electrificările rurale din țara noastră, se constată că prin amenajarea unor centrale hidroelectrice mai mari decît 100 kW s-au obținut rezultate bune; acesta este cazul centralei Novaci cu o putere de 660 kW, care asigură alimentarea cu energie a unui număr de 20 sate, sau al centralelor Rîșnov, Tîrlung, Sadu I, Bran, care, după ce au alimentat un timp cu energie o zonă locală, în prezent sînt înglobate în sistemele energetice mari și sînt exploatate în continuare în condiții economice.

Pe lîngă amenajarea centralelor hidroelectrice rurale mai mari decît 100 kW, care permit electrificarea unui grup de sate, se justifică însă în foarte multe cazuri și amenajarea de microcentrale (sub 100 kW) pentru electrificarea unui singur sat, atît în cazul cînd există condiții naturale foarte favorabile în acest scop, cît și în cazul cînd se pot folosi pentru microcentrală instalații hidraulice de forță existente.

În special, prin reamenajarea și echiparea unor astfel de instalații s-ar putea electrifica în timp scurt și cu cheltuieli de investiții mici un număr mare de sate, deoarece în acest caz lucrările de amenajare sînt mai simple și costul de instalare se reduce la aproximativ 5 000 lei/kW, sau chiar numai la aproximativ 2 000 lei/kW, atunci cînd la o instalație existentă echipată cu o turbină se adaugă numai un generator electric.

3. **Considerații privitoare la stabilirea soluțiilor de amenajare și a puterilor instalate ale centralelor.** Stabilirea soluției de amenajare pentru o uzină hidroelectrică, destinată să asigure alimentarea cu energie a unui sat sau a unui grup de sate, este necesar să se facă în conformitate cu regulile generale cunoscute în materie de amenajări hidroelectrice, urmărindu-se însă în primul rînd realizarea unor instalații simple și robuste, care să permită reducerea cît mai mult a costului amenajării și a cheltuielilor de exploatare. De asemenea, la stabilirea soluțiilor de amenajare trebuie să se țină seama de caracterul provizoriu sau definitiv al amenajării, de posibilitățile locale de execuție și de progresele realizate în fabricarea echipamentului pentru centrale mici. Din această cauză, pentru acest tip de uzine se poate admite ca să se utilizeze anumite sectoare reduse de pe un curs de apă, care au un potențial mai ridicat și permit realizarea unor amenajări mai economice, cum sînt: zonele de praguri sau cascade (pentru amenajări provizorii), un cot sau o buclă ușor de tăiat a unui curs de apă etc.

Căderea ce se amenajează depinde, în general, de condițiile pe care le oferă cursul de apă și sectorul cu potențial mai ridicat ales pentru amenajare. În mod normal, este necesar să se urmărească obținerea unei căderi cît mai mari, în limita posibilităților economice, pentru a se putea obține o putere mai mare și o utilizare mai bună a potențialului cursului de apă.

Stabilirea valorii debitului instalat și a puterii instalate este necesar să se facă ținîndu-se seama de mărimea și regimul debitelor cursului de apă, de posibilitățile de acumulare,

de modul cum se va exploata centrala : izolat sau în paralel cu o altă centrală, cum şi de regimul de sarcină al consumatorilor.

Avînd în vedere regimul variabil al debitelor cursurilor noastre de apă, pentru a se putea obţine o utilizare mai bună a potenţialului disponibil şi pentru a se putea asigura acoperirea consumului de energie în condiţii normale, este necesar să se urmărească crearea unei acumulări de apă, în cadrul amenajării, sau în cazul cînd aceasta nu este posibil în condiţii economice să se prevadă fie instalarea unui grup termic de rezervă, fie funcţionarea în paralel cu o centrală termoelectrică existentă.

Pentru centralele fără acumulare, care vor funcţiona izolat, puterea instalată, de luat în considerare, corespunde debitelor mici asigurate în lunile de iarnă. Acest tip de amenajare conduce la o foarte slabă utilizare a potenţialului cursului de apă, atît din cauza valorii mici a debitului justificat a se instala, cît şi din cauza duratei de utilizare reduse a puterii de vîrf maxime în reţelele de electrificare rurală. Astfel, în cazul cînd debitul instalat se ia egal cu debitul minim de iarnă mediu, producţia anuală utilizabilă a centralei este de abia 3% pînă la 8% din potenţialul sectorului respectiv.

Pentru centralele cu acumulare se justifică adaptarea unei valori mult mai mari pentru debitul instalat, în raport cu debitul minim, chiar dacă nu se poate realiza decît o acumulare pentru o regularizare zilnică sau orară.

Volumul de apă necesar pentru o regularizare zilnică este relativ mic, în schimb efectul său energetic este foarte important, deoarece curbele de sarcină ale consumatorilor rurali în perioada de vîrf maxim prezintă vîrfuri de scurtă durată, corespunzător iluminatului din orele de seară.

Astfel, în cazul cînd se dispune de o regularizare zilnică se poate asigura acoperirea unei puteri de vîrf de aproximativ 3 ori mai mare decît puterea corespunzătoare debitului natural minim şi producţia anuală utilizabilă de energie a centralei se va ridica la aproximativ 10% pînă la 25% din potenţialul cursului respectiv de apă, adică va fi sensibil mai mare decît în cazul centralelor fără acumulare.

Amenajarea de centrale hidroelectrice cu grupuri termice de rezervă sau ajutor — de preferinţă grupuri Diesel — constituie o a doua soluţie, foarte des utilizată pentru asigurarea acoperirii consumului în perioadele de ape mici şi pentru îmbunătăţirea utilizării potenţialului disponibil al rîului.

Grupul termic va putea suplini mai multe roluri. În cazul unei uzine fără acumulare, va funcţiona la vîrf, în special în perioadele de ape mici, pentru a se putea acoperi puterea maximă cerută de consumatori, cum şi eventual pentru a completa producţia deficitară de energie a uzinei în perioadele de ape foarte mici. În cazul unei centrale cu acumulare zilnică sau săptămînală grupul termic va funcţiona numai în perioadele de ape mici, pentru a completa deficitul de producţie de energie a centralei hidroelectrice.

Pentru debitul instalat al acestor uzine hidroelectrice se justifică, în ambele cazuri, alegerea unor valori mai mari decît în situaţiile cînd aceste centrale funcţionează independent. Stabilirea valorii debitului instalat, respectiv a puterii instalate în centrala hidroelectrică şi a puterii grupului termic de rezervă, trebuie făcută pe bază de calcule economice comparative.

În fine, în cazul unei centrale hidroelectrice destinată a funcţiona în paralel cu o centrală electrică existentă, sau cu reţeaua sistemului energetic, alegerea puterii instalate este necesar să se facă pe bază de calcule economice ca şi în cazul precedent, prin care se justifică în mod normal alegerea unor puteri instalate mai mari decît în cazul unor centrale independente, obţinîndu-se şi o bună utilizare a potenţialului cursului de apă.

4. **Tipurile principale de amenajare pentru centrale hidroelectrice rurale de mică putere** [1], [3]. a) *Centrale cu canale de derivaţie avînd căderea de la* 1,5 *la* 6 m. Acest tip de amenajare se întîlneşte mai des şi este mai uşor de realizat, în special, pentru microcentrale cu puteri sub 100 kW. Căderea folosită poate fi obţinută, cu ajutorul unor canale de derivaţie relativ scurte, pe majoritatea cursurilor de apă mijlocii sau mici. În această privinţă este de remarcat că, dintre numeroasele instalaţii hidraulice existente pentru mori, ferăstraie etc., marea majoritate au căderile create în acelaşi mod şi pot fi transformate uşor în microcentrale de acest tip.

b) *Centrale cu canale de derivaţie avînd căderea de la circa* 6 *la* 30 m. Acest tip de amenajare este indicat să se adopte pe cursurile de apă cu o pantă mai mare, din regiunile de munte şi de deal.

Puterea instalată care se poate obţine pe cursurile de apă mici sau mijlocii, avînd în mod normal debite module de la 0,2 la 5 m³/s, variază în limite mari de la microcentralele de 20—30 kW la centrale de ordinul a 1 000 kW. Costul specific de instalare este în mod normal mai avantajos decît în cazul precedent şi pentru debitul instalat se pot lua valori cu asigurarea mai mică, ţinînd seamă şi de faptul că se poate realiza mai uşor o regularizare a debitelor cu un bazin de retenţie mic.

c) *Centrale baraj cu căderea de la* 1,5 *la* 8 m. Folosirea acestui tip de amenajare prezintă un deosebit interes, deoarece se poate combina cu amenajarea de lacuri de acumulare pentru irigaţii şi piscicultură, cum şi cu lucrări de asanare a bălţilor şi a terenurilor inundabile, existînd în regiunile de şes numeroase situaţii favorabile în acest scop.

Puterile instalate, care pot fi obținute cu acest tip de amenajare pe rîuri mijlocii sau mici, variază în limite mari, în raport cu căderea, debitul și volumul acumulării, fiind de remarcat faptul că, datorită posibilităților de regularizare a debitelor, se poate lua un factor de instalare de 3 pînă la 5 ori debitul modul.

d) *Centrale care se pot amenaja la ecluzele canalelor de navigație sau pe treptele de cădere ale unor canale executate pentru alimentări cu apă sau irigații.* Acest tip de amenajare este foarte economic în cazul cînd folosește o situație existentă și este indicat să fie luat în considerare în cazul noilor amenajări complexe.

e) *Centrale plutitoare.* Pentru rîurile mari în sectoarele în care viteza apei este mai mare decît 1,0 m/s, iar dimensiunile secțiunii transversale sînt mai mari decît 2×3 m^2, se pot monta microcentrale plutitoare. Pentru acest tip de centrale, practic nu sînt necesare construcții hidrotehnice speciale. Puterea acestor centrale este mică, însă, dat fiind costul lor redus, pot fi construite în număr mai mare, pentru a satisface nevoile de energie electrică ale unui sat, GAS sau GAC. Singura problemă o constituie agregatul hidroelectric, pentru care în alte țări există diferite soluții tehnice; la noi însă pînă în prezent nu avem nici o realizare.

În ce privește modul de realizare al lucrărilor de amenajare, centralele hidroelectrice rurale se împart în două categorii : amenajări cu caracter provizoriu și amenajări cu caracter definitiv.

Din prima categorie de amenajări este indicat să facă parte centralele mici, care se construiesc pe cursuri de apă pe care se prevede construcția în viitor a unor centrale hidroelectrice de putere mare. Pentru aceste amenajări provizorii se justifică utilizarea în construcție a unor materiale mai puțin durabile și adoptarea unor coeficienți de siguranță mai mici la dimensionarea instalațiilor, pentru reducerea cheltuielilor de instalare.

Din categoria amenajărilor cu caracter definitiv este indicat să facă parte toate centralele mici, care se construiesc pe cursuri de apă sau pe anumite sectoare de cursuri de apă, pe care nu se prevede amenajarea în viitor a unor centrale mari, cum și cele care se execută pe lîngă alte lucrări cu caracter definitiv (ecluze, canale, lacuri pentru utilizări agricole și asanări etc).

La proiectarea și executarea centralelor din această categorie este necesar să se dea o atenție deosebită barajului sau instalației de captare a apei, care trebuie să fie o construcție simplă, dar robustă și bine adaptată la teren, alegîndu-se soluția cea mai indicată în acest scop. Cele mai multe defecțiuni sau dificultăți în exploatare a centralelor apar din cauză că această problemă nu a fost tratată în mod corespunzător.

În ce privește echipamentul electromecanic indicat a fi utilizat pentru CHE rurale, trebuie menționat următoarele :

Pentru centralele mai mari decît 200 kW se instalează în mod normal două grupuri, iar pentru centrale mai mici, un singur grup. Tipul turbinei adoptat depinde de cădere și debit : elicoidal, Francis, Bănki, iar pentru puteri mai mari decît circa 200 kW și turbine semi-Kaplan sau Kaplan, ținînd seama atît de randamentul mai bun cît și de costul mai ridicat al acestor turbine.

O simplificare în construcția amenajării se poate obține prin utilizarea grupurilor monobloc turbină-generator submersibile, care se fabrică pentru centrale mici în alte țări (U. R. S. S., Franța etc.) și permite suprimarea clădirii centralei [2], [5], [6].

Prin utilizarea generatoarelor asincrone se poate aduce o simplificare mare a exploatării și a comutației primare și secundare a centralei, se ușurează automatizarea și se reduce sensibil costul echipamentului electric al centralei. Acest tip de generator poate fi însă utilizat în mod normal numai pentru centralele care se racordează la o rețea existentă [5], [6], [8].

O problemă foarte importantă de rezolvat în cazul centralelor destinate a funcționa independent este reglarea frecvenței și a tensiunii, de care depinde calitatea energiei furnizate.

În acest scop, pentru reglarea vitezei de rotație este necesar să se adopte regulatoare automate începînd de la puteri ale turbinelor mai mari decît circa 30 kW, cum și un dispozitiv de închidere rapidă a admisiei în caz de avarie. Pentru reglarea tensiunii generatoarelor, sau cel puțin pentru limitarea tensiunii maxime produse, este, de asemenea, necesar, să se prevadă un sistem de reglare automat, chiar și în cazul grupurilor mai mici decît 50 kVA, în special, în cazul cînd sînt alimentați consumatori de forță, care dau variații mari de sarcină.

IV. Propuneri de amenajare de centrale hidroelectrice rurale în prima etapă

Construirea de centrale hidroelectrice în țara noastră ar trebui să se facă planificat pe etape, urmărindu-se punerea în valoare a soluțiilor celor mai economice, care pot fi realizate în timp scurt.

În prima etapă (1958—1960) a programului de amenajări de centrale hidroelectrice rurale, este logic să se pună accentul pe reamenajarea și modernizarea instalațiilor hidraulice de forță mici existente.

Pe lîngă aceste microcentrale ar trebui ca în prima etapă să se amenajeze și centrale hidroelectrice rurale de puteri mai mari de 100 kW, care folosesc condiții naturale locale foarte favorabile și au un cost de instalare redus.

În etapele următoare (1960—1975) este necesar să se urmărească în primul rînd construirea de centrale hidroelectrice de puteri relativ mai mari (100—1 000 kW), cum și a unor microcentrale izolate, economic amenajabile.

1. **Transformări în microcentrale a instalațiilor hidraulice de forță rurale existente.** Transformarea acestor instalații în centrale hidroelectrice, așa cum s-a procedat și în alte țări, face ca prețul de revenire al puterii instalate să fie doar 30—50% din cel al puterii instalate într-o centrală hidroelectrică nouă de aceeași putere.

Deoarece, în țara noastră, în regiunea subcarpatică și în regiunea de dealuri sînt aproximativ 5 000 de mori, după cum rezultă din statisticile incomplete existente, s-ar putea realiza în scurt timp un număr mare de microcentrale pentru electrificarea satelor, a căror rezultate economice și sociale ar fi foarte importante.

Din punct de vedere al modernizării și transformării lor în microcentrale, instalațiile hidraulice de forță existente pot fi împărțite în două categorii :

— Instalații care posedă construcții cu caracter definitiv. În această categorie intră instalațiile hidraulice de forță rurale, care posedă mici baraje de beton, canale cu maluri protejate, clădiri de cărămidă sau beton și din care unele sînt echipate cu turbine hidraulice. Acesta este, în special, cazul morilor sistematice.

— Instalații care posedă construcții cu caracter provizoriu. În această categorie intră instalațiile hidraulice, care au captări rudimentare și clădirile de lemn. Acesta este, în general, cazul majorității morilor, ferăstraielor și piuelor țărănești.

Transformarea în microcentrale a instalațiilor din prima categorie se poate realiza în condiții foarte avantajoase, necesitînd, în general, numai instalarea unui generator și a părții electrice.

Pentru microcentralele care se vor construi prin modernizarea instalațiilor hidraulice de forță rudimentare din categoria a doua, este necesar să se adopte soluții tehnice noi pentru echipamentul electromecanic, pentru ca în acest fel costul de instalare să fie cît mai redus.

Dacă s-ar adopta pentru turbină și generator construcții de tip monobloc, submersibile, tipizate și robuste, semiautomatizate sau complet automatizate, s-ar putea renunța la clădirea centralei, așa cum s-a procedat în alte țări și prin aceasta s-ar reduce investițiile cu aproximativ 20%. Prin adoptarea de noi soluții pentru executarea lucrărilor de construcții hidrotehnice (de exemplu, utilizarea muncii voluntare, a elementelor prefabricate etc.), investițiile, de asemenea, s-ar reduce cu 10—20%.

În consecință, *prin adoptarea de noi soluții tehnice și metode noi de muncă, investițiile pentru construirea de microcentrale noi s-ar putea reduce cu 30—40%, față de cazul soluțiilor clasice.*

Pentru a reduce investițiile cît mai mult și pentru a accelera ritmul construcțiilor de uzine hidroelectrice rurale, ar trebui însă să se pună accentul pe executarea unora din lucrările hidrotehnice prin munca voluntară a cetățenilor din satele în care se construiesc aceste centrale hidroelectrice.

Astfel, de exemplu, lucrările de săpături (canale, gropi de fundații, gropi pentru stîlpii liniei electrice etc.) se pot executa prin muncă voluntară. După cum a arătat experiența (de exemplu construirea canalelor de derivate în com. Gureni, raionul Tg. Jiu, și din com. Voinești, raionul Tîrgoviște, executate sub conducerea ing. St. Zarea) dacă organizațiile de masă dau sprijinul necesar și dacă se duce o muncă de agitație susținută, pot fi mobilizați zilnic, la muncă voluntară, un număr de 50—70 de cetățeni.

Pentru ca agitația în vederea mobilizării cetățenilor la muncă voluntară să fie cît mai rodnică este necesar să se construiască uzine hidroelectrice model și să se popularizeze prin presă și radio realizările ce se vor obține.

De asemenea, este necesar să fie antrenate în această muncă SMT-urile, GAS-urile, cum și unitățile și întreprinderile industriale locale, care dispun de tractoare, camioane sau brațe de muncă. În acest fel, fondurile necesare construcției de centrale hidroelectrice rurale ar fi destinate numai procurării echipamentului hidromecanic și electric, iar ritmul construcțiilor ar fi foarte viu.

Conducerea și coordonarea lucrărilor de electrificări rurale ar fi necesar să fie preluată de o direcție centrală din cadrul Departamentelor interesate în această problemă.

Alegerile satelor, în care urmează să se construiască centrale hidroelectrice rurale prin modernizarea instalațiilor hidraulice de forță rudimentară existente, ar trebui să se facă pe baza propunerilor primite din partea sfaturilor populare, iar proiectarea lucrărilor ar fi indicat să se facă de institutele de proiectare regionale, eventual cu concursul ISPE-ului și al catedrei de Mașini hidraulice a Instit. Polit. Buc. pentru proiectele tip.

Concomitent cu întocmirea proiectelor tip pentru centralele hidroelectrice rurale, este necesar să se facă o statistică completă a tuturor instalațiilor hidraulice de forță rudimentare existente, stabilindu-se în mod exact caracteristicile lor tehnice, starea lor și un plan de situație pentru fiecare în parte.

2. **Centrale hidroelectrice de mică putere care se pot amenaja folosind condiții naturale deosebit de favorabile.** Cu ocazia studiilor și a cercetărilor făcute pe cursurile de apă din țara

noastră, s-au găsit, în special de ingînerii din I. S. P. E., o serie de amplasamente avantajoase pentru amenajarea unor centrale hidroelectrice, cu ajutorul cărora se poate realiza electrificarea unor grupe mai mari sau mai mici de sate situate în regiuni izolate, îndepărtate de rețelele sistemelor energetice.

Dintre amplasamentele cunoscute, se propune să se treacă în planul de lucrări din prima etapă următoarele amenajări de centrale hidroelectrice rurale, care ies în evidență prin caracterul lor deosebit de avantajos :

— O centrală de 360 kW la Cascada Putnei, pe rîul Putna din ținutul Vrancei, care va folosi o cădere naturală concentrată de aproximativ 20 m, pe care o are acest rîu în apropiere de comuna Tulnici, raionul Năruja.

Costul amenajării însumează 2,8 mil. lei, costul de instalare revenind la numai 7 800 lei/kW instalat, iar costul al energiei revine la 0,12 lei/kW, respectiv 0,20 lei/kWh, dacă se ține seama numai de energia utlizabilă în funcționarea izolată.

Prin amenajarea acestei centrale hidroelectrice se vor putea electrifica un număr de 25 sate din ținutul izolat al Vrancei, cu o populație de aproximativ 27 000 locuitori;

— O centrală de 1 400 kW la Zugreni, pe Bistrița superioară, între Vatra Dornei și Broșteni, care va folosi căderea creată de un baraj existent pentru plutărit și căderea obținută pe o buclă pe care o face Bistrița în această zonă.

Costul amenajării este evaluat la aproximativ 9 mil. lei, costul de instalare specific revenind la 6,600 lei/kW instalat, iar costul al energiei la aproximativ 0,11 lei/kWh, în funcționarea izolată.

Prin amenajarea acestei centrale se vor putea electrifica un număr de circa 19 sate de pe Valea Bistriței superioare și se vor putea alimenta cu energie în condiții mai bune exploatările miniere și întreprinderile forestiere din regiunea Vatra Dornei.

— O uzină de circa 300 kW pe rîul Doftana, la trecerea prin cheile Teșile, unde se poate folosi o cădere concentrată de aproximativ 10 m, ce este creată prin tăierea unui cot al Doftanei. Prin amenajarea acestei centrale s-ar putea electrifica 6 sate izolate din bazinul superior al Doftanei.

— O uzină de circa 150 kW pe rîul Tismana, folosind căderea creată prin tăierea unui cot al acestui rîu (circa 8 km amonte de comuna Tismana) și o centrală de circa 200 kW pe rîul Bistrița Jiu, folosind căderea ce se poate obține pe o zonă de cascade în amonte de comuna Gureni. Cu ajutorul acestor două centrale s-ar putea electrifica circa 20 sate din raioanele Baia de Aramă și Tg. Jiu.

3. **Centrale hidroelectrice de mică putere, care se pot amenaja în cadrul unor lucrări de utilizare complexă a apelor.** În raionul Balș din regiunea Craiova s-a studiat de I. S. P. E. amenajarea unui complex hidraulic local la Brăneț, imediat în aval de Balș. Această amenajare ar consta din captarea și derivarea Oltețului într-o vale laterală și construirea pe această vale a trei baraje de pămînt și a trei centrale hidroelectrice de 200 kW fiecare, identice din punct de vedere constructiv și folosind căderea creată la cele trei baraje ($H = 4{,}5$ m și $Q = 6{,}5$ m³/s). Cu ajutorul acestor lucrări s-ar putea electrifica un număr de 20 sate, s-ar putea iriga circa 2 500 ha teren agricol din zona respectivă, care este o zonă de șes bîntuită de secetă, și s-ar putea folosi și pentru piscicultură cele trei lacuri create.

Costul lucrărilor de amenajare, inclusiv liniile de înaltă tensiune, este evaluat la 9,7 mil.lei, iar costul energiei obținute, fără utilizările anexe, este de 0,16 lei/kWh.

Realizarea lucrărilor se poate eșalona în trei etape în decurs de 3—5 ani, prima uzină intrînd în funcțiune în primul an.

4. **Centrale hidroelectrice de mică putere care se pot amenaja folosind căderi create la baraje, ecluze sau canale existente.** Din această categorie de amenajări, sînt relativ multe posibilități care nu au fost folosite pînă în prezent, deși condițiile tehnice și economice de amenajare sînt foarte avantajoase.

Astfel, s-ar putea construi centrale hidroelectrice cu puteri între 300 și 100 kW pe canalul Bega, la cele două ecluze de la Sînmihai și Sînmartin pe Mureș, la barajul de la Ierunt, la barajul Buftea, pe canalul Bilcurești-Colentina la Ghimpați și pe canalul Argeș-București la Ciurel. Toate aceste centrale vor putea fi legate la rețea și vor putea fi echipate cu generatoare asincrone și automatizate.

5. **Centrale plutitoare.** Avînd în vedere că se găsesc condiții favorabile pentru amenajarea unor centrale plutitoare pe rîurile mari : Olt, Siret, Someș, Mureș, se propune amenajarea experimentală a unei centrale de acest tip de circa 50—100 kW și pe baza rezultatelor obținute să se amenajeze astfel de centrale în zonele rurale izolate, străbătute de cursurile noastre mari de apă.

V. Echipamentul necesar și posibilitățile de fabricare în R.P.R.

O problemă foarte importantă pentru amenajarea U.H.E. rurale o constituie procurarea echipamentului electromecanic necesar, pentru care nu s-a organizat pînă în prezent fabricarea la noi în țară.

Acest echipament constă din turbine de apă de tip elicoidal, Francis, Bănki, Kaplan și semi-Kaplan, regulatoare de viteză, transmisii, mecanisme pentru stăvilare, generatoare și aparataj electric.

Turbinele elicoidale mai mici de 50 kW pot fi construite în prima etapă din lemn de către

tîmplari localnici, după proiectul Socolov. Turbinele Banki, pot fi executate în ateliere mecanice obișnuite, deoarece confecționarea lor este simplă.

Construcția celorlalte tipuri de turbine și a turbinelor elicoidale mai mari este necesar să

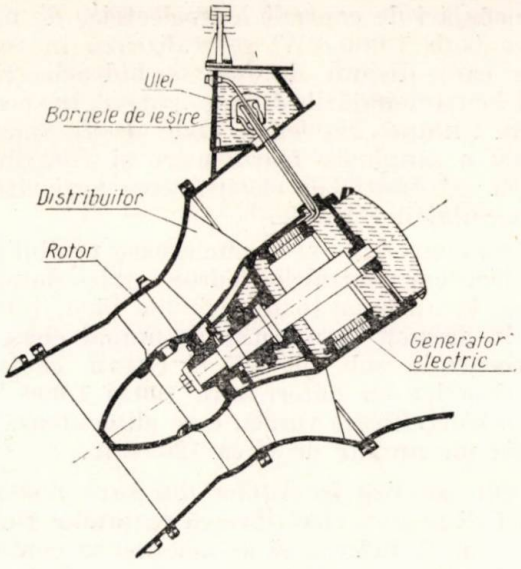


Fig. 2

se facă în fabrici sau ateliere mari care dispun de turnătorii și mașini-unelte adecvate în acest scop.

Pentru ca producția de turbine și regulatori necesari centralelor hidroelectrice rurale să poată fi ușor organizată, iar prețul de cost să fie cît mai scăzut, ar trebui ca acestea să fie tipizate și construite în serie folosindu-se rezultatele la care s-a ajuns în alte țări în acest domeniu.

Soluția optimă din acest punct de vedere ar fi introducerea în fabricație a turbinelor hidraulice de toate tipurile, precum și a regulatorilor la una din fabricile de mașini din țara noastră.

Numai în acest mod se va putea rezolva în viitor fabricarea turbinelor semi-Kaplan și Kaplan cum și a agregatelor monobloc, care prezintă dificultăți mai mari, dar în schimb utilizarea acestor tipuri de agregate oferă importante avantaje atît pentru construcția cît și pentru exploatarea centralelor hidroelectrice de putere mică.

Unul din elementele care provoacă dificultăți în special la echiparea centralelor de mică putere este transmisia dintre turbină și generatorul electric în cazul amenajărilor de cădere mică, la care viteza de rotație a turbinelor este mai mică decît a generatoarelor. Pentru rezolvarea acestei probleme, este necesar de asemenea să se tipizeze și să se organizeze fabricarea în serie a organelor de transmisie cu roți dințate, curele late ori trapezoidale și în special a angrenajelor de precizie cu roți conice sau cilindrice.

Generatoarele electrice, transformatoarele, tablourile de comandă ca și aparatajul anexă se fabrică sau se vor putea fabrica în țara noastră, deoarece echipamentul electric, care va rezulta în urma tipizării, nu va prezenta probleme speciale de construcție, decît în cazul genera-

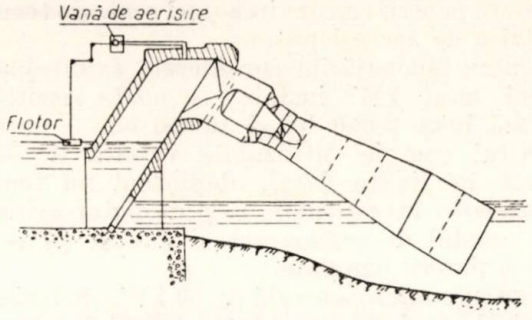


Fig. 3

toarelor pentru agregatele monobloc. Cîteva din aceste tipuri sînt redate în fig 2—4. Aceste figuri sînt extrase din revista La Technique moderne [13], [14].

Pentru a micșora investițiile trebuie redus la strictul necesar aparatajul de măsură, control și protecție.

Relativ la posibilitățile de automatizare a centralelor rurale se deosebesc două categorii de centrale :

— centralele racordate la rețea, care este rațional și economic să fie complet automatizate și

— centrale izolate, la care pornirea, oprirea și manevrarea instalațiilor auxiliare se vor face manual, însă reglarea turației și debitului cum și oprirea turbinei în cazul unui accident, ar fi de preferat să se facă automat.

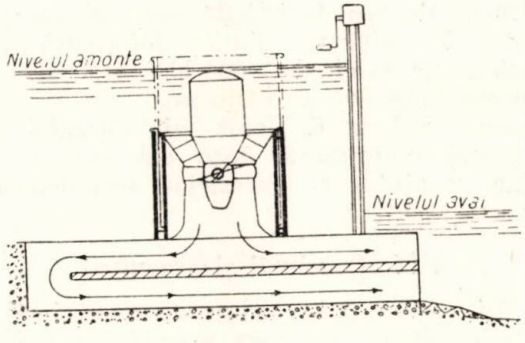


Fig. 4

VI. Costul energiei produse de centralele hidroelectrice rurale

Investițiile necesare pentru construirea unei centrale hidroelectrice rurale depind în mare măsură de condițiile locale și variază în limite largi, fiind, în general, de 1,5—3 ori mai mari decît în cazul unei centrale termoelectrice de

aceeași putere. Dacă însă centralele hidroelectrice rurale se construiesc în locuri foarte avantajoase sau prin modernizarea unor instalații hidraulice de forță existente, avînd construcții cu caracter permanent, investițiile se reduc pînă la 2 000 lei/kW, în ultimul caz, cînd cheltuielile pot fi mai mici chiar decît cele necesare pentru construirea unei centrale termoelectrice de aceeași putere.

Pentru amenajările considerate avantajoase, costul unui kW instalat se poate socoti că variază între 2 000 lei și 10 000 lei.

Costul energiei utilizabile variază de asemenea în limite largi, depinzînd nu numai de valoarea investițiilor, ci și de puterea instalată, modul de exploatare și durata de utilizare a puterii maxime.

Pentru o microcentrală de 50 kW, cheltuielile anuale de exploatare pentru o durată de amortizare de 20 ani variază între aproximativ 30 000 lei la un cost de instalare de 2 000 lei/kW și 50 000 lei la un cost de instalare de 10 000 lei/kW. În aceste ipoteze costul de producție al energiei electrice variază între 0,29 și 0,50 lei/kWh — în cazul unei durate de utilizare de 2 000 ore anual, adică atunci cînd microcentrala funcționează izolat. În cazul cînd durata de utilizare se ridică la 5 000 ore anual, adică la o microcentrală racordată la rețea, costul scade la 0,11 respectiv 0,20 lei/kWh.

În cazul cînd microcentrala se exploatează în comun cu o moară, sau altă instalație, cheltuielile de exploatare pentru producerea energiei electrice și costul al acestei energii se reduc cu 20—40 % față de valorile de mai sus.

Pentru centralele hidroelectrice cu puteri cuprinse între 100 și 1 000 kW, care sînt amenajate în condiții avantajoase, costul energiei produse variază între 0,06 și 0,25 lei/kWh, în funcție de caracteristicile amenajărilor și de durata de utilizare, limita inferioară fiind atinsă de centralele de 1 000 kW interconectate cu peste 5 000 ore de utilizare.

Aceste valori de cost al energiei sînt mult mai avantajoase decît cele care se pot obține cu ajutorul centralelor termoelectrice de aceeași putere.

VII. Concluzii și propuneri

1. Din cele arătate în lucrarea de față rezultă că, în condițiile din țara noastră, se justifică amenajarea de centrale hidroelectrice de mică putere, deoarece în acest mod se poate realiza electrificarea, în condiții economice avantajoase, a multor regiuni rurale izolate, în care rețelele sistemelor energetice se vor putea extinde mai tîrziu și totodată prin aceste amenajări se contribuie la valorificarea resurselor energetice ale cursurilor noastre de apă.

Potențialul hidroenergetic al cursurilor de apă secundare și al sectoarelor rîurilor importante cu puteri specifice, mai modeste — sub circa 300 kW/km — pe care este indicat să se execute amenajări de centrale de mică putere, este foarte important; el totalizează pentru țara noastră o valoare de ordinul 500 000 pînă la 1 000 000 kW, cu o energie disponibilă de cîteva miliarde kWh/anual.

Amenajări de centrale hidroelectrice de mică putere (sub 1 000 kW) se realizează în toate țările care dispun de resurse hidroelectrice, paralel cu amenajările de mare putere, în special însă în Uniunea Sovietică, unde aceste amenajări au o amploare foarte mare și contribuie în mod substanțial la electrificarea agriculturii și a localităților rurale.

În țara noastră există numeroase posibilități de realizare a centralelor hidroelectrice de mică putere, în aproape toate regiunile țării, totuși, pînă în prezent s-au construit numai circa 70 microcentrale sub 100 kV și cîteva centrale hidroelectrice cu puteri între 100 și 1 000 kW pentru electrificare rurală, care alimentează cu energie un număr de circa 120 sate.

2. Din analiza condițiilor din țara noastră, rezultă că pentru electrificarea regiunilor rurale izolate ar fi indicat să se amenajeze centrale hidroelectrice cu puteri între 100 și 1 000 kW, care pot asigura electrificarea în condiții tehnice bune și economic avantajoase a unui număr mare de sate și de unități agricole cu ajutorul unor rețele locale de 6—15 kV. Totuși, și pentru amenajările de microcentrale sub 100 kW există foarte multe situații avantajoase și foarte multe (cîteva mii) posibilități de reamenajări și modernizări de instalații hidraulice de forță existente (mori, ferăstraie etc.), cu ajutorul cărora s-ar putea electrifica în timp scurt, cu investiții mici și cu lucrări de construcții ușoare, un mare număr de sate.

Pe lîngă amenajările de centrale mici în zone izolate se justifică în numeroase cazuri și construcția unor uzine de mică putere în zonele racordate la rețeaua sistemelor energetice, în care cazuri echiparea centralelor se poate face cu investiții mai mici, folosind generatoare asincrone și automatizînd exploatarea lor.

În viitor, prin extinderea rețelelor sistemelor energetice, centralele mici se vor racorda la aceste rețele și vor fi menținute în funcțiune, exploatarea lor devenind chiar mai avantajoasă prin posibilitatea de utilizare completă a capacității lor de producere și prin automatizarea lor.

Costul de instalare al microcentralelor sau al centralelor de putere mică (100—1 000 kW) este în multe cazuri foarte avantajos, scăzînd, în cazul transformărilor de instalații de forță existente, pînă la 2 000 lei/kW pentru microcentrale de 50 kW, iar în cazul utilizării unor situații favorabile, între 7 000—10 000 lei/kW pentru centrale noi cu puteri între 100 și 1 000 kW.

3. Amenajarea centralelor hidroelectrice de putere mică se poate încadra în cîteva tipuri de amenajare, cu scheme simple, construcții și echipamente robuste și sigure în exploatare.

Pentru construirea de centrale hidroelectrice rurale care să necesite investiții cît mai reduse, este necesar ca, pe lîngă schemele clasice de amenajare și echipare a acestor centrale, să se adopte noi tipuri de agregate hidroelectrice, (de exemplu agregate monobloc) tipizate și fabricate în serie, cum și noi scheme de amenajare și noi metode de muncă (de exemplu, executarea unor lucrări prin muncă voluntară).

4. Perspectivele de dezvoltare a construcției de centrale hidroelectrice rurale depind numai de rezolvarea problemei organizării și asigurării fondurilor de investiție necesare, deoarece partea tehnică, în stadiul actual de dezvoltare a industriei noastre, este pe deplin rezolvabilă.

Atît proiectarea și tipizarea utilajului hidromecanic, cum și a echipamentului electric, cît și fabricarea lor în țară nu constituie probleme prea dificile.

5. În vederea unui program important de amenajări de centrale hidroelectrice de mică putere pentru electrificarea satelor și agriculturii, se propun următoarele:

a) crearea unei instituții de stat centrale, care să aibă sarcina de a organiza și urmări amenajarea de centrale hidroelectrice rurale;

b) întocmirea unui plan de amenajări pe etape, stabilit pe baza propunerilor Sfaturilor Populare și a celorlalte autorități și instituții interesate.

În primă etapă, de circa 3—4 ani, este necesar, ca în primul rînd, să se modernizeze și să se transforme în microcentrale instalații hidraulice de forță rudimentare existente.

Totodată, în prima etapă ar fi necesar să se amenajeze o serie de centrale între 100 și 1 000 kW pentru care se cunosc condițiile naturale foarte avantajoase (Cascada Putnei, Zugreni) sau care folosesc căderi de la amenajările hidrotehnice existente (ecluze, baraje, canale) sau se realizează în cadrul unor amenajări complexe (Brăneț).

În etapele ulterioare, obiectivul principal îl va forma construirea de centrale hidroelectrice mai mari decît 100 kW, prin amenajarea numeroaselor posibilități avantajoase de pe rîurile noastre.

c) Elaborarea de studii și cercetări pentru inventarierea actualelor instalații de forță rudimentare existente, proiectarea amenajărilor sau a reamenajărilor, cum și întocmirea de proiecte tip pentru lucrările care se pretează la aceasta și tipizarea echipamentului electromecanic.

d) Darea ca sarcină unei întreprinderi constructoare de mașini să construiască turbinele de apă, transmisiile, regulatoarele de viteză și celelalte accesorii mecanice ale amenajărilor.

Bibliografie

[1] Kuzneţov N. K. și Zlatoevschi A. P.: *Centrale hidroelectrice rurale*, Edit. Tehnică, București, 1951.

[2] ***: *Instalații hidraulice de forță*, Edit. Energetică, București, 1952.

[3] I.S.P.E.: *Studiu privind stabilirea tipurilor principale de microcentrale, scara puterilor pentru fiecare tip și specificarea utilajului mecanic și electromecanic necesar fiecărui tip*, 1953.

[4] Sazonov N. A.: *Electrificarea agriculturii în U.R.S.S. și în străinătate*, Moscova, 1956.

[5] Pigeaud M. A.: *Utilizarea practică a generatorului asincron în centralele hidroelectrice*, Bull. SFE, sept. 1957.

[6] Brugère M. J.: *Centrale hidroelectrice mici automate, în trecut și în prezent*, Bull. SFE, sept. 1957.

[7] Pavel D. și Bodea E.: *Resursele energetice ale Romîniei și utilizarea lor*. Referat Conf. Mondială a Energiei, 1936.

[8] Crescent Ch.: *Principii relative la conectarea CHE de putere mică și mijlocie în rețelele locale de energie și racordarea acestora la marile rețele de energie*. Raport CEE-CEE, EP/Document nr. 63, 1956.

[9] Tevossian M.: *Experiența dobîndită în metodele de construcție și de montaj a centralelor electrice rurale (în U.R.S.S.)*, CEE-CEE-EP/Document nr. 86, 1956.

[10] ***: Hidrocentrale mici, traducere din limba polonă, I.D.T., 1956.

[11] Despre posibilitatea și foloasele tipizării elementelor hidrocentralelor mici, traducere din limba maghiară, I.D.T. 1956.

[12] ***: Cîteva probleme în legătură cu utilizarea energiei hidraulice a cursurilor mici de apă. Traducere din limba maghiară. I.D.T., 1955.

[13] Rousselier M., Salesse A.: *La Technique moderne*, Construction, mars (1955), p .113—119.

[14] Salesse A.: *La Technique moderne*, Construction, août (1955), p. 273—280.

621.316.1 : 621.311.1 : 63

Sisteme de distribuţie de înaltă tensiune pentru electrificări rurale *)

P. MILITARU **) — Bucureşti

În cadrul studiului unor sisteme de distribuţie de înaltă tensiune, cît mai economice, se prezintă caracteristicile sistemului trifazat obişnuit, ale celui trifazat cu două conductoare-pămînt (DCP) şi ale sistemului mixt de distribuţie, se propun criterii tehnico-economice pentru aplicarea lor şi se formulează o serie de concluzii pentru reţelele de distribuţie de înaltă tensiune pentru electrificări rurale în ţara noastră.

Creşterea producţiei agricole marfă şi a productivităţii muncii necesită introducerea într-o măsură din ce în ce mai mare a mecanizării lucrărilor din agricultură. Principala condiţie pentru mecanizarea agriculturii este electrificarea rurală. Electrificarea satelor este, în acelaşi timp, unul dintre factorii principali ai creşterii nivelului de trai cultural şi material al populaţiei rurale [1], [2].

Alimentarea cu energie electrică a consumatorilor rurali se face, fie de la centralele electrice locale, fie de la sistemele electrice regionale, prin intermediul staţiilor de transformare coborîtoare, raionale. Chiar în cazul existenţei centralelor electrice locale, ele construindu-se de obicei în apropierea surselor şi deservind mai multe sate, nu este posibil transportul energiei electrice în joasă tensiune de la centrale la consumatori. Reţelele de distribuţie de înaltă tensiune ocupă deci un loc important în instalaţiile de electrificare rurală [6], [7], [8], [9].

În zonele rurale, consumul de energie electrică se caracterizează prin densitatea mică a sarcinilor electrice. Numărul anual de ore de utilizare a puterii maxime absorbite de consumatorii rurali este, de asemenea, scăzut. Reţelele electrice de distribuţie de înaltă tensiune pentru electrificări rurale sînt relativ lungi, iar puterile necesare ale posturilor de transformare coborîtoare sînt la limita inferioară de fabricaţie a transformatoarelor. Cheltuielile de investiţie, consumurile de metale conductoare şi de alte materiale pentru reţelele de distribuţie de înaltă tensiune, raportate la puterile transportate, sînt foarte mari. Preţul de cost al energiei livrate este, în multe cazuri, mai mare decît preţul energiei conform tarifelor legale. Datorită acestor particularităţi, se impune realizarea unor soluţii constructive pentru reţelele electrice rurale, cît mai simple şi mai ieftine, cu consumuri de materiale cît mai mici.

Printre măsurile principale, pentru ieftinirea reţelelor electrice rurale şi pentru reducerea consumurilor de metale conductoare, se numără şi adoptarea unor sisteme de distribuţie de înaltă tensiune cît mai raţionale. Sistemele de distribuţie, folosite la reţelele de înaltă tensiune pentru electrificări rurale, sînt sisteme trifazate cu trei sau patru conductoare, sisteme cu două conductoare de fază, al treilea fiind înlocuit cu pămîntul (sisteme două conductoare — pămînt, prescurtat *DCP*) şi sisteme cu un număr incomplet de faze.

Dintre sistemele de distribuţie de înaltă tensiune cu un număr incomplet de faze, se folosesc numai sistemele monofazate cu două conductoare sau cu un conductor şi pămînt (*UCP*), legate fie la două faze ale sistemului trifazat cu trei conductoare, fie la o fază şi conductor neutru ale sistemului cu trei conductoare pe fază şi conductor neutru.

De fapt, sistemul monofazat de distribuţie nu se poate folosi singur, ci numai în combinaţie cu sistemul trifazat, de aceea în cele ce urmează se va întrebuinţa denumirea de sistem de distribuţie mixtă, introdusă în literatura tehnică sovietică. Sistemul mixt de distribuţie poate fi executat, fie exclusiv cu conductoare metalice pentru trecerea curentului, fie folosind pămîntul drept unul dintre conductoare [6], [7], [23].

În ţara noastră s-a introdus într-o măsură mare tensiunea de 15 kV pentru reţelele de tensiune înaltă de electrificări rurale, astfel încît, în cele ce urmează, consideraţiile tehnico-economice asupra sistemelor de distribuţie se vor referi la instalaţiile electrice de 15 kV.

1. Sistemul de distribuţie trifazat obişnuit

În sistemul de distribuţie trifazat obişnuit, toate reţelele electrice de înaltă tensiune pentru electrificări rurale sînt trifazate cu trei conductoare de fază. În general, aceste reţele funcţionează cu neutrul izolat şi numai la lungimi foarte mari de linii aeriene, legate galvanic, se prevede instalarea unei bobine de stingere.

La electrificările rurale, reţelele trifazate de înaltă tensiune cu trei conductoare prezintă unele dezavantaje economice. Într-adevăr, liniile trifazate oferă posibilităţi de transport mult mai mari decît puterile necesare consumatorilor rurali, deci aceste linii sînt supradimensionate din punct de vedere electric, supradimensionarea fiind impusă de condiţii de siguranţă

*) Prelucrare a referatului prezentat de către autor la consfătuirea privind electrificarea agricolă şi rurală din R.P.R.

**) Inginer în Institutul de Studii şi Proiectări Energetice.

mecanică. Astfel, la conductoarele de oțel-aluminiu secțiunea minimă este de 25 mm², la conductoarele de aluminiu tot de 25 mm² *), iar la conductoarele de oțel 16 mm². La o linie trifazată de 15 kV, echipată cu conductoare de

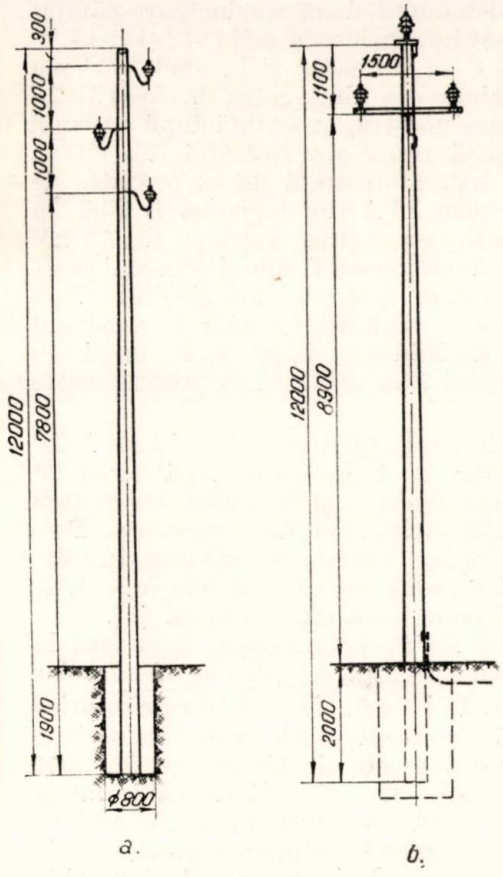


Fig. 1. Tipuri de stîlpi de susținere pentru linii de 15 kV:
a – stîlpi de lemn; *b* – stîlpi de beton armat.

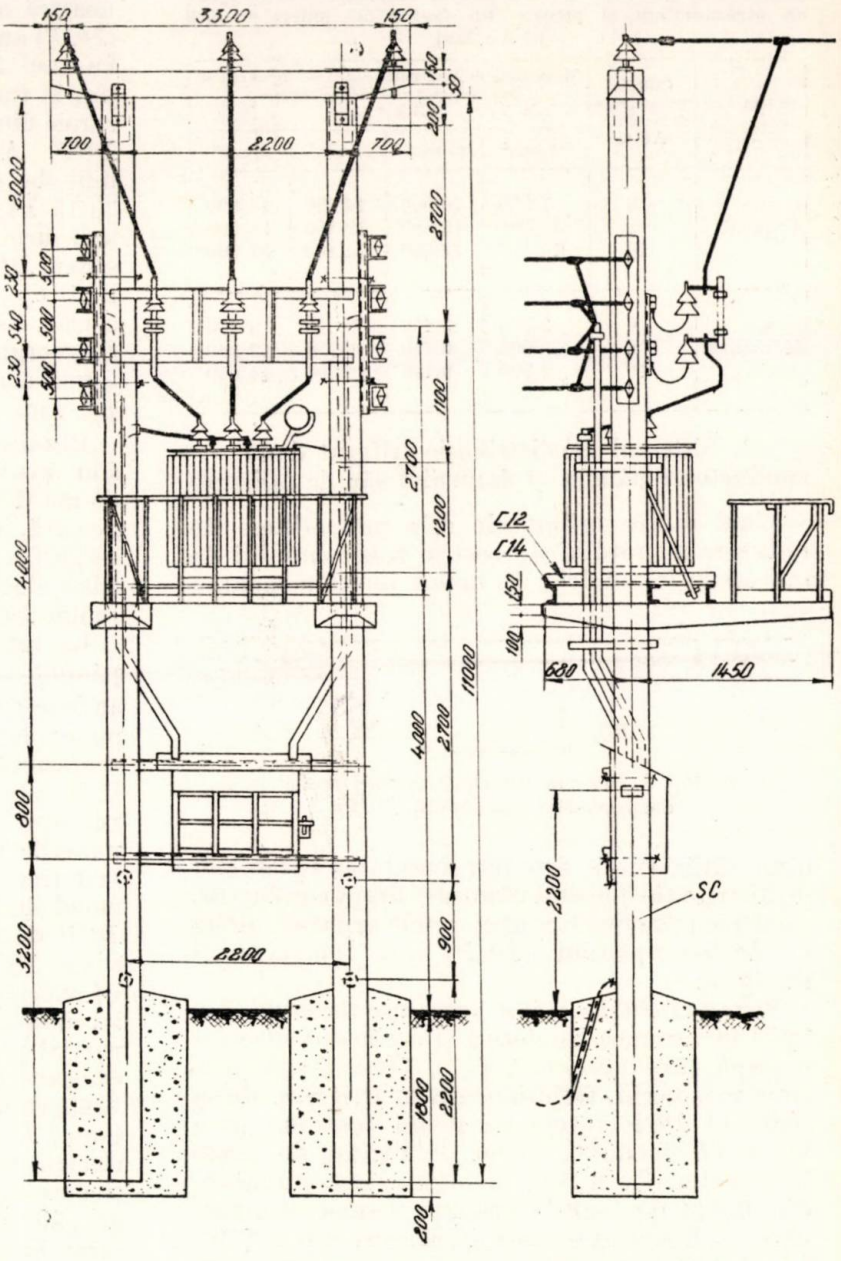


Fig. 2. Post de transformare trifazat tip rural 15/0,4 kV 25 kVA pe doi stîlpi de beton armat centrifugat.

25 mm² Ol—Al, momentul electric corespunzînd unei căderi de tensiune de 10% și unui factor de putere de 0,8 este de circa 18 000 kVA. km (tabela 1). Luînd în considerare o lungime a liniei de 20 km, rezultă că se poate transporta o putere de 900 kVA la capăt, putere relativ mare față de puterile care intervin de obicei la electrificările rurale.

Neutilizarea liniilor de înaltă tensiune trifazată pentru electrificări rurale la capacitatea lor conduce la cheltuieli de investiție și la consumuri de materiale mult prea mari față de puterile transportate cum și la creșterea prețului de cost al energiei livrate. Aceasta impune folosirea sistemului mixt de distribuție, în care numai liniile principale sînt trifazate, iar derivațiile monofazate.

Studii recente întreprinse în Franța au arătat că structura clasică a rețelelor trifazate cu trei conductoare în zonele rurale este neeconomică și că trebuie să se treacă la o configurație nouă, chiar dacă nu se adoptă sisteme de distribuție diferite de sistemul clasic. Noua structură propusă la rețelele pentru electrificări rurale constă în mărimea numărului posturilor de transformare coborîtoare, prin montarea transformatoarelor

*) În general, în regiunile de chiciură intensă, folosirea conductoarelor de aluminiu nu este admisă.

pe stîlpi și scurtarea apreciabilă a lungimii liniilor de joasă tensiune, care se pot realiza astfel cu secțiuni mici [14].

Tabela 1

Momentele electrice de transport ale liniilor de 15 kV, trifazate și monofazate pentru diferite secțiuni la conductoare de oțel-aluminiu și pentru un factor de putere de 0,8 (kVA × km)

Sistemul de distribuție	Căderea procentuală de tensiune, ΔU %	Momentele de transport pentru diferite secțiuni de conductoare de oțel-aluminiu (kVA × km)			
		16 mm²	25 mm²	35 mm²	50 mm²
Trifazat	6	7 530	10 900	14 650	18 800
	8	10 000	13 500	19 500	25 000
	10	12 550	18 250	24 400	31 300
Monofazat	6	3 765	5 450	7 325	9 400
	8	5 000	6 750	9 750	12 500
	10	6 270	9 120	12 200	15 650

2. Sistemul de distribuție trifazat două conductoare-pămînt și domeniul său de utilizare

Unul dintre mijloacele cele mai eficace de reducere a prețului de cost și a consumului de materiale la rețelele de înaltă tensiune pentru

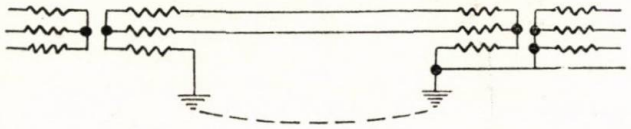


Fig. 3. Schema principială a unei rețele două conductoare-pămînt (*DCP*).

electrificări rurale este întrebuințarea sistemelor de distribuție folosind pămîntul drept conductor. Schema principală a unei rețele trifazate două conductoare-pămînt (*DCP*) este reprezentată în fig. 3.

Sistemul *DCP* a fost introdus începînd din 1932 în Uniunea Sovietică și a căpătat ulterior o largă răspîndire [7], [17], [19]. După date ceva mai vechi, funcționează în U.R.S.S. după sistemul *DCP* rețele de înaltă tensiune pînă la 35 kV inclusiv, avînd o lungime de peste 10 000 km. În R.S.S. Georgia, circa jumătate din liniile de înaltă tensiune pentru electrificări rurale sînt executate după acest sistem [19]. În această republică, se află în exploatare un sistem energetic local, alimentat de la două centrale hidroelectrice cu o putere totală de 6 250 kW, sistem ale cărui rețele de înaltă tensiune funcționează în întregime după sistemul *DCP*. Acest sistem cuprinde 120 km linii de 35 kV, din care 56 km pe stîlpi de lemn, 64 km pe stîlpi metalici și circa 350 km linii de 10 kV alimentînd 200 de posturi de transformare 10,5/0,4 kV [21]. Se menționează, de asemenea, că s-a studiat o linie experimentală de 110 kV, sistem *DCP* pentru alimentarea cu energie electrică a regiunilor agricole [22].

În R.P. Ungaria, s-a aplicat sistemul *DCP* în anul 1948, iar lungimea totală a liniilor de 20 kV funcționînd după acest sistem depășește 1 300 km.

Primele experiențe asupra utilizării în țara noastră a sistemului două conductoare-pămînt (*DCP*) au fost întreprinse în anii 1942 și 1943 *). În anul 1953 s-a proiectat și în anul 1954 s-a pus în funcțiune cea dintîi rețea de electrificări rurale din țara noastră, executată după sistemul *DCP*. Această rețea era alcătuită din cîteva linii de 15 kV, alimentată de la o stație de 35/15 kV, 1 000 kVA din regiunea Brăila. În anii următori, s-a extins rețeaua de 15 kV sistem *DCP* din regiunea Brăila și s-au mai creat încă două rețele separate funcționînd după același sistem în regiunea Craiova și în raionul Sîngeorgiu de Pădure, astfel încît lungimea totală a acestor linii măsoară în prezent peste 100 km.

Rezultatele exploatării rețelelor sistem *DCP* sînt favorabile în U.R.S.S. — după circa 20 de ani de experiență — și încurajatoare în țara noastră, după cîțiva ani de exploatare. Prescripțiile sovietice pentru executarea instalațiilor electrice rurale recomandă folosirea sistemului *DCP* pe o scară cît mai largă [5].

La rețelele *DCP*, prin legarea unei faze la pămînt tensiunile față de pămînt ale fazelor aeriene cresc de $\sqrt{3}$ ori. În aceste rețele, orice punere la pămînt accidentală a unei faze aeriene reprezintă un scurtcircuit bifazat, astfel încît linia este imediat deconectată de către întreruptorul automat. Deoarece la liniile aeriene punerile monofazate la pămînt reprezintă cele mai frecvente deranjamente, numărul specific anual de întreruperi este mai mare la rețelele *DCP* decît la liniile trifazate cu trei conductoare. Eliminarea întreruperilor de alimentare cu energie a consumatorilor, în cazul punerilor la pămînt monofazate trecătoare, se realizează parțial prin instalarea de întreruptori cu reanclanșare automată. Întreaga rețea legată galvanic trebuie să treacă la funcționarea după sistemul *DCP*. Liniile cu trei conductoare legate electric la o rețea *DCP* vor avea particularitățile sistemului *DCP* (tensiuni mai ridicate față de pămînt ale fazelor aeriene, scurtcircuit bifazat la orice punere la pămînt etc.). Pentru ca o rețea trifazată cu trei conductoare să-și păstreze caracteristicile sistemului trifazat obișnuit, liniile *DCP* trebuie să fie conectate la rețea prin intermediul unor transformatoare de izolație.

a) *Izolația liniilor și stațiilor.* Izolația conductoarelor liniilor și stațiilor rețelelor *DCP* nu trebuie să fie dimensionată mai puternic decît izolația rețelelor trifazate obișnuite.

*) Aceste experiențe au fost efectuate de către tov. ing. *N. Gheorghiu*, care a condus, de asemenea, colectivul de proiectare a primei linii de 15 kV *DCP*.

Rezultatele a 15 ani de exploatare a rețelelor *DCP* din Georgia, cuprinzînd în 1950 circa 20 000 de izolatoare de linii, confirmă că gradul de siguranță a funcționării izolației la aceste rețele este același ca și la rețelele trifazate obișnuite. În tot acest timp, nu s-a înregistrat nici un caz de conturnare a izolatoarelor, provocată de tensiunea aplicată mai mare, toate defectele izolației constatate fiind provocate de acțiuni mecanice, sau de supratensiuni atmosferice. Izolația aparatelor de înaltă tensiune și transformatoarelor a funcționat, de asemenea, satisfăcător [19].

b) *Căderile de tensiune și pierderile de energie.* Impedanțele pe fază ale unei rețele *DCP* nu sînt egale pentru cele trei faze, astfel încît aceste rețele nu sînt simetrice. Notînd cu *A* și *B* fazele aeriene și cu *C* faza pămînt, expresiile impedanțelor pe fază, stabilite pe baza teoriilor lui Carson și Clem asupra trecerii curentului prin sol [6], [15], [16], [17], sînt următoarele:

$$\overline{Z}_A = \overline{Z}_B = \left(R_c + \text{j}\ 0{,}1447\ \lg\frac{D}{r_e}\right)\cdot l \qquad [\Omega]$$

$$\overline{Z}_c = \left(R_g + \text{j}\ 0{,}1447\ \lg\frac{D_g}{D}\right)\cdot l + R_{p1} + R_{p2} \quad [\Omega]$$

în care:

l este lungimea liniei (km);
R_c — rezistența activă a conductorului aerian (Ω/km);
D — distanța dintre conductorii aerieni (m);
R_c — rezistența activă a căii curentului prin pămînt (Ω/km);
D_g — adîncimea echivalentă de scurgere a curentului alternativ prin pămînt (m);
R_{p1} și R_{p2} — rezistențele prizelor de serviciu (Ω).

Mărimile D_g și R_g sînt date de relațiile:

$$D_g = \frac{2{,}1\cdot 10^{-3}}{\sqrt{f\,\sigma\,10^{-3}}}\ [\text{m}] \text{ și } R_g = \frac{\pi\omega\cdot 10^{-4}}{2}\ [\Omega/\text{km}]$$

în care:

f este frecvența curentului (Hz);

σ — conductivitatea medie a pămîntului $\left(\frac{1}{\Omega\ \text{cm}}\right)$.

Rezistența activă a pămîntului nu depinde de rezistivitatea solului, ci numai de frecvența curentului. Pentru frecvența industrială de 50 Hz, $R_g = 0{,}05$ Ω/km. Impedanțele fazelor aeriene sînt identice cu impedanța medie pe fază a liniilor trifazate obișnuite. Calculele efectuate și experiența de exploatare au arătat că, în general, pentru linii mai lungi de cîțiva km pierderea de tensiune pe faza pămînt este mai mică decît căderea de tensiune pe faza aeriană.

În fig. 4 și 5, s-a reprezentat variația raportului dintre impedanța fazei pămînt și impedanța fazei aeriene (module) $\frac{Z_c}{Z_A}$, în funcție de lungimea liniei pentru două valori ale adîncimii echivalente, pentru valorile maxime ale rezistențelor

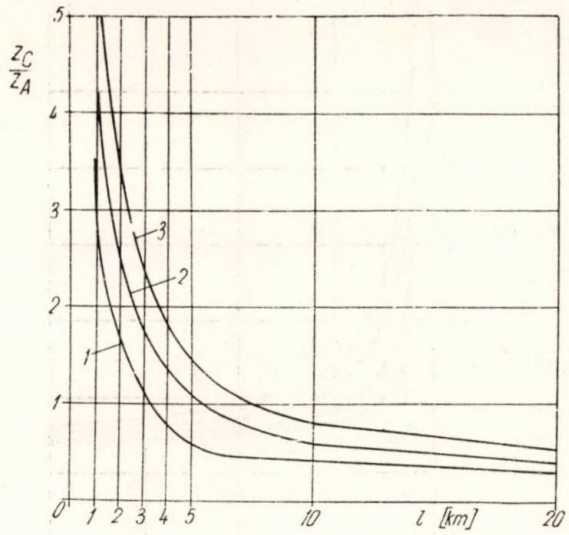


Fig. 4. Variația raportului $\frac{Z_c}{Z_A}$ în funcție de lungimea liniei *DCP*, pentru $D_g = 100$ m, $R_{p1} + R_{p2} = 4{,}5$ Ω și pentru conductoare de oțel-aluminiu de secțiunile: 25 mm² (*1*), 35 mm² (*2*) și 50 mm² (*3*).

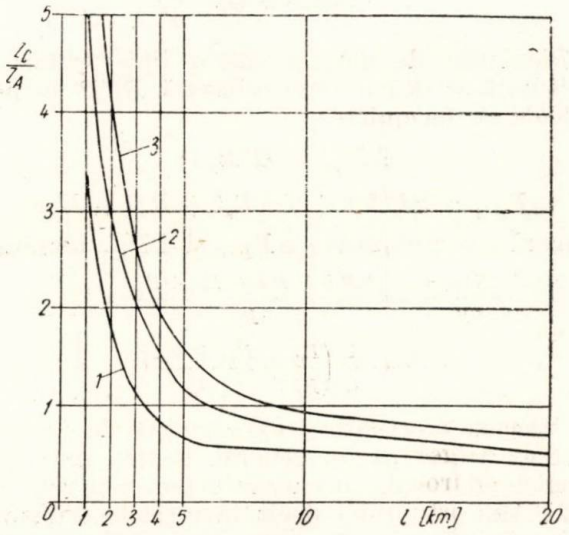


Fig. 5. Variația raportului $\frac{Z_c}{Z_A}$ în funcție de lungimea liniei *DCP* pentru $D_g = 1\,000$ m, $R_{p1} + R_{f2} = 4{,}5$ Ω și pentru conductoare de oțel-aluminiu de secțiunile 25 mm² (*1*), 35 mm² (*2*) și 50 mm² (*3*).

prizelor de pămînt și pentru diferite secțiuni de conductoare. Din aceste diagrame, se poate vedea că, chiar în cazul cel mai defavorabil

(curba *3* fig. 5 conductoare 50 mm² Ol—Al), pentru lungimi de linie mai mari de circa 9 km, raportul $\frac{Z_c}{Z_A} < 1$, deci impedanța fazei pămînt este mai mică decît impedanța fazei aeriene. Pentru conductoare de 35 mm² Ol—Al, lungimea limită este de circa 6 km, iar pentru conductoare de 25 mm² Ol—Al, este de circa 3,5 km.

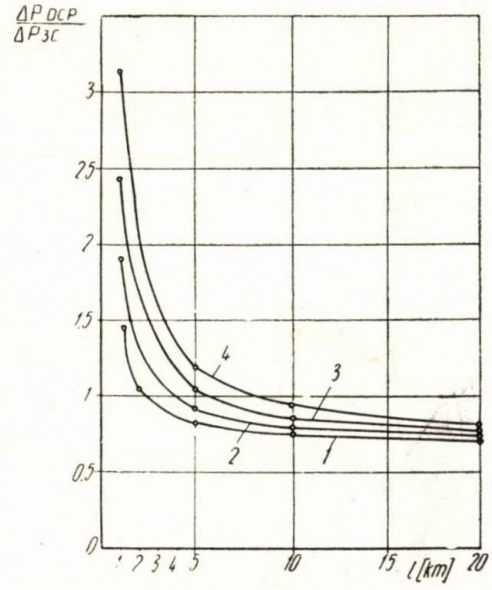


Fig. 6. Variația raportului $\frac{\Delta P_{DCP}}{\Delta P_{3C}}$ în funcție de lungimea liniei, pentru $R_g = 0{,}05\ \Omega$/km, $R_{f1} + R_{f2} = 4{,}5\ \Omega$ și pentru conductoare de oțel-aluminiu de secțiunile 16 mm² (*1*), 25 mm² (*2*), 35 mm² (*3*) și 50 mm² (*4*).

Pierderile de putere într-o linie trifazată obișnuită și într-o linie trifazată *DCP* se pot calcula cu formulele:

$$\Delta P_{3C} = 3I^2 R_c\, l;$$

$$\Delta P_{DCP} = 2I^2 R_c l + I^2 (R_g l + R_{p1} + R_{p2}).$$

Făcînd raportul dintre ΔP_{DCP} și ΔP_{3C}, rezultă:

$$\frac{\Delta P_{DCP}}{\Delta P_{3C}} = \frac{2R_c l + R_g l + R_{f1} + R_{f2}}{3R_c l} = \frac{2}{3} + \frac{1}{3}\left(\frac{R_g}{R_c} + \frac{R_{f1} + R_{p2}}{R_c}\right).$$

Calculele efectuate și experiențele de exploatare au arătat că, în general, pentru linii mai lungi de cîțiva km, pierderile de putere în rețelele *DCP* sînt mai mici decît în rețelele trifazate obișnuite. În fig. 6, s-a reprezentat variația raportului $\frac{\Delta P_{DCP}}{\Delta P_{3C}}$ în funcție de lungimea liniei, pentru conductoare de oțel-aluminiu de diferite secțiuni și pentru valorile maxime ale rezistențelor prizelor *).

*) Calculele s-au efectuat cu rezistențele conductoarelor de oțel-aluminiu, conform STAS 3 000-52.

Din această diagramă se poate vedea că, chiar în cazul cel mai defavorabil (curba *4* fig. 6 — conductoare 50 mm² Ol—Al), pentru lungimi de linie mai mari de circa 8 km, pierderile de putere în sistemul *DCP* sînt mai mici decît în sistemul trifazat obișnuit. Pentru secțiunea de 35 mm² Ol—Al, lungimea limită este de circa 6 km; pentru 25 mm² Ol—Al este de circa 4 km, iar pentru 16 mm² Ol—Al de circa 2,5 km.

c) *Nesimetria curenților și a tensiunilor.* Datorită faptului că rețelele *DCP* nu sînt simetrice, tensiunile și curenții pe fază sînt — la rîndul lor — nesimetrice, chiar atunci cînd receptoarele sînt perfect simetrice. Nesimetria curenților și a tensiunilor la rețelele *DCP* crește cu căderea de tensiune pe linie, însă pentru valori obișnuite ale căderii de tensiune nu depășește limitele admisibile, astfel încît determinarea gradului de nesimetrie nu este necesară în mod special, la rețelele *DCP* și se face numai în cazul unor sarcini nesimetrice, ca și la rețelele trifazate obișnuite [6], [15], [17].

Experiența de exploatare a rețelelor *DCP* din Georgia a arătat că nesimetria tensiunilor la aceste rețele nu depășește valorile constatate în instalațiile rurale trifazate obișnuite, atît timp cît prizele de serviciu sînt în stare normală [19].

Precizarea prin măsurători a fracțiunii din nesimetrie, care este condiționată de utilizarea sistemului *DCP*, nu este posibilă, deoarece rețelele rurale au — de obicei — un procent mare de sarcină de iluminat, care ea însăși este nesimetrică. Comparîndu-se valorile gradului de nesimetrie, constatate la rețelele trifazate obișnuite, cu cele de la rețelele *DCP*, a rezultat că sistemul *DCP* nu provoacă o creștere însemnată a nesimetriei, care apare din cauza neuniformității de încărcare a fazelor, datorită sarcinilor mari de iluminat.

d) *Punerile la pămînt.* La stația de transformare de alimentare și la posturile de transformare coborîtoare din rețelele *DCP*, se instalează prize de pămînt de serviciu, prin care se scurg curenții la pămînt pe una dintre fazele rețelei. Prizele trebuie să fie executate după regulile tehnice, pentru a nu periclita viața oamenilor, cu atît mai mult cu cît prizele de serviciu sînt străbătute în permanență de curentul pe fază.

Prescripțiile sovietice cer ca, pentru punerile la pămînt de serviciu și cele de protecție, să fie realizate prize comune, ceea ce micșorează cheltuielile de instalare a punerilor la pămînt de serviciu. Se admite, de asemenea, executarea unei prize comune pentru instalații de tensiune pînă la 1 000 V și pentru instalații peste 1 000 V.

Din punctul de vedere al prescripțiilor, rețelele *DCP* se consideră cu curent mare de punere la pămînt, deoarece orice punere la pămînt monofazată reprezintă un scurtcircuit bifazat.

Experiența de exploatare din U.R.S.S. a dovedit că, în cazul construcției și exploatării corecte a prizelor de pămînt, liniile *DCP* nu prezintă practic pentru personalul de deservire pericol mărit, față de liniile trifazate obișnuite.

e) *Influența asupra liniilor de telecomunicații și măsurile de protecție.* Chiar la funcționarea normală, liniile de înaltă tensiune sistem *DCP*

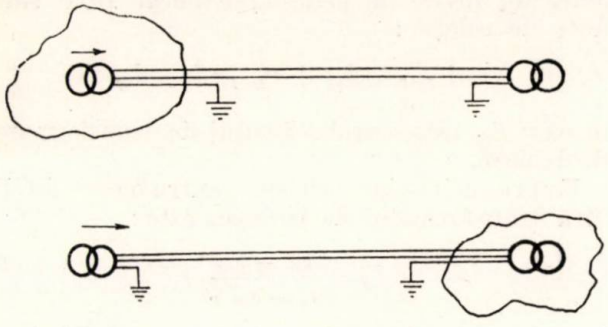


Fig. 7. Executarea liniilor *DCP* cu trei conductoare pe porțiunile de capăt.

induc forțe electromotoare în conductoarele liniilor de telecomunicații. Prescripțiile sovietice indică metoda de calcul al forțelor electromotoare longitudinale induse, care ar putea produce risc de accident și al forțelor electromotoare de zgomot, produse prin inducție electrostatică și prin inducție electromagnetică [6].

Institutele tehnice din Uniunea Sovietică au elaborat scheme pentru protecția circuitelor de telecomunicații împotriva influenței perturbatoare a liniilor *DCP*. Dispozitivele de protecție sînt relativ simple, totuși scumpesc într-o oarecare măsură costul instalațiilor și micșorează avantajele economice ale rețelelor *DCP* [7], [17].

Cel mai simplu mijloc de protecție a liniilor de telecomunicații este îndepărtarea traseului liniilor *DCP* de liniile de telecomunicații și acest mijloc se folosește ori de cîte ori este posibil.

Luarea unor măsuri elementare de protecție pe liniile de telecomunicații, cînd există apropieri între aceste linii și liniile *DCP*, face ca funcționarea liniilor de telecomunicații să nu fie perturbată, chiar în zonele de munte, în care ambele linii trebuie să aibă trasee apropiate [19].

Cînd liniile de înaltă tensiune *DCP* trec pe o porțiune de capăt, prin locuri care au rețea telefonică dezvoltată (de exemplu locuri populate), aceste porțiuni se execută cu trei conductoare; în aceste cazuri, prizele de pămînt de serviciu se instalează după ieșirea lor din locurile populate (fig. 7). O astfel de măsură micșorează influența perturbatoare a liniilor *DCP* asupra instalațiilor de telecomunicații. Experiențe îndelungate în exploatare (în Georgia) au dovedit justețea și eficacitatea acestei măsuri.

Este, de asemenea, posibilă montarea celui de-al treilea conductor pe o porțiune intermediară din linia *DCP*, așa cum se arată în fig. 8. Micșorarea influențelor electromagnetice la o astfel de schemă nu este însă apreciabilă, nici chiar în cazul cînd punerile la pămînt au rezistențe electrice mici, iar al treilea conductor este din metale neferoase [7], [17].

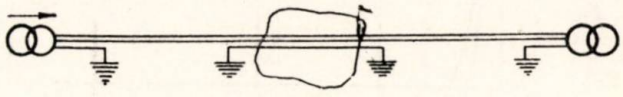


Fig. 8. Executarea liniilor *DCP* cu trei conductoare pe porțiuni intermediare.

f) *Rezultate de exploatare în R.P.R.* Rezultatele de exploatare după trei ani de funcționare a liniilor de 15 kV sistem două conductoare-pămînt sînt, în general, favorabile, mai ales la liniile pe stîlpi de lemn. La unele linii de 15 kV pe stîlpi de beton armat cu izolatoare pe suporți curbi, numărul specific de întreruperi înregistrat a fost mai mare decît la liniile trifazate obișnuite, întreruperile fiind datorite punerilor la pămînt provocate de păsări.

Studiile, care sînt încă în curs de efectuare, au arătat — pentru început — că, prin adoptarea așezării orizontale a conductoarelor și a consolelor de lemn pe stîlpii de beton armat, se elimină aceste deficiențe. La liniile pe stîlpi de lemn, numărul de întreruperi, deși este mai mare decît la liniile trifazate obișnuite, se menține între limite rezonabile.

g) *Domeniul de aplicare a sistemului de distribuție DCP.* Sistemul *DCP* se recomandă, în primul rînd, pentru regiunile rurale, unde nu se cer condiții prea severe în ce privește continuitatea în alimentarea cu energie electrică, deoarece numărul de declanșări în acest sistem este mai mare decît în sistemele obișnuite. Se menționează că, prin introducerea reanclanșării automate, se elimină parțial acest dezavantaj al rețelelor *DCP*, astfel încît ele pot fi folosite și pentru alimentarea altor categorii de consumatori.

Stația de transformare care alimentează rețeaua *DCP* trebuie amplasată într-un loc unde fie că există un personal permanent de deservire, fie că se poate asigura reanclanșarea rapidă în cazul declanșării întreruptorului. După cum s-a subliniat însă trebuie folosite — pe cît posibil — întreruptoare cu reanclanșare automată. În stații, trebuie ca persoana însărcinată cu supravegherea să fie avertizată de producerea declanșării, de aceea, dacă stația nu este supravegheată permanent, sistemul de semnalizare trebuie să acționeze acolo unde se găsește personal de serviciu.

Economiile aproximative realizate prin adoptarea acestui sistem, după datele din literatura sovietică, sînt următoarele: conductoare 33%;

izolatoare 40%; separatoare și siguranțe pentru înaltă tensiune 30%; material lemnos 20%; armături și piese forjate 40%; costul lucrărilor de montaj 15% [19].

Pentru liniile *DCP* foarte scurte și în condiții de teren foarte dezavantajoase, costul suplimentar al prizelor de serviciu anulează dife-

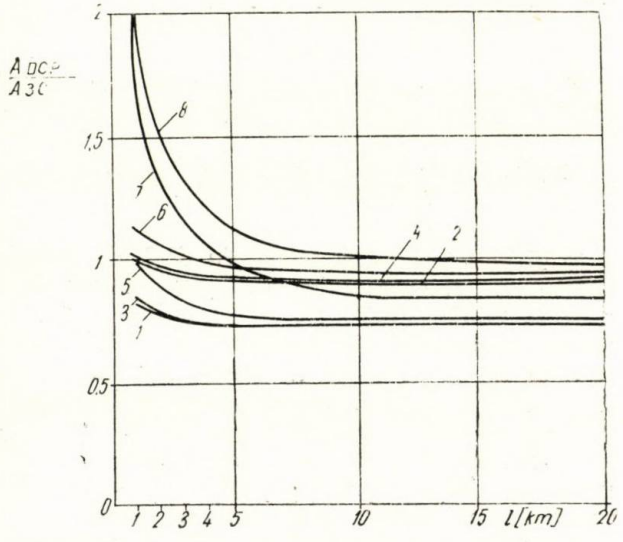


Fig. 9. Variația raportului $\frac{A_{TCP}}{A_{3C}}$ în funcție de lungimea liniei de 15 kV cu conductoare de 35 mm² OL-AL:

Linie pe stîlpi de lemn, $\rho = 1{,}10^4$ cm: priză comună de protecție și de lucru (curba *1*), priză de lucru separată de 4 Ω (curba *3*). Linie pe stîlpi de beton armat, $\rho = 1{,}10^4\Omega$ cm: priză comună de protecție și de lucru (curba *2*) priză de lucru separată de 4 Ω (curba *4*). Priză de lucru separată de 4 Ω; $\rho = 1{,}10^5$ Ω cm: linie pe stîlpi de lemn (curba *5*), linie pe stîlpi de beton armat (curba *6*). Priză comună de lucru și de protecție, post de transformare de izolare 15/15 kV, 560 kVA: linie pe stîlpi de lemn (curba *7*), linie pe stîlpi de beton armat (curba 8).

rența în minus la cheltuielile de investiții ale sistemului *DCP* (la izolatoare, conductoare, stîlpi etc.) [15]. Se poate determina o lungime critică, la care cheltuielile de investiții sînt atît în soluția obișnuită cu trei conductoare, cît și în soluția *DCP*, aceleași. Valoarea acestei lungimi critice depinde și de condițiile de teren în care urmează a se instala priza de pămînt de serviciu (în special de rezistivitate). Pentru stabilirea lungimii critice, trebuie să se compare cheltuielile de investiții în cele două soluții, care se pot exprima prin următoarele relații [18].

a) pentru sistemele cu trei conductoare:

$$A_{3C} = b_{pp} + c_{3C} \cdot l;$$

b) pentru sistemele *DCP*:

$$A_{DCP} = b_{ps} + c_{DCP} \cdot l,$$

în care:

A_{3C} este costul total al liniei cu trei conductoare (lei);

b_{pp} — costul prizelor de protecție (lei);

c_{3C} — costul unui km de linie cu trei conductoare (lei/km);

l — lungimea liniei (km);

A_{DCP} — costul total al liniei *DCP* (lei);

b_{ps} — costul prizelor de serviciu (lei);

c_{DCP} — costul unui km de linie *DCP* (lei/km).

În cazul cînd, pentru racordarea rețelei *DCP* la o rețea trifazată obișnuită, este necesar să se instaleze un transformator de izolare, cheltuielile de investiție pentru sistemul *DCP* sînt date de relația:

$$A_{DCP} = b_{ps} + c_{DCP} \cdot l + d_{li},$$

în care d_{li} este costul postului de transformare de izolare.

Expresia lungimii critice, pentru o rețea *DCP* fără transformator de izolare, este:

$$l_{cr} = \frac{b_{ps} - b_{pp}}{c_{3C} - c_{DCP}}$$

iar în cazul existenței transformatorului de izolare, este:

$$l'_{cr} = \frac{b_{ps} + d_{li} - b_{pp}}{c_{3C} - c_{DCP}}.$$

Pentru lungimi de linie mai mari decît lungimea critică, este mai avantajos din punct de vedere economic să se folosească sistemul *DCP*, iar pentru lungimi de linie mai mici este indicat sistemul trifazat obișnuit.

În fig. 9 s-au trasat curbele de variație a raportului $\frac{A_{DCP}}{A_{3C}}$ în funcție de lungimea liniei, pentru diferite cazuri. Abscisele punctelor, în care curbele intersectează dreapta de ordonată egală cu unitatea, reprezintă valorile lungimii critice, pentru cazurile respective.

După cum rezultă din diagramă, pentru o rezistivitate a solului de 1×10^4 cm (pămînt argilos), sistemul *DCP* este totdeauna avantajos (curbele *1*, *2*, *3* și *4*). Pentru o rezistivitate a solului de $1 \cdot 10^5$ Ω cm corespunzătoare unui sol foarte rău conducător (nisip), cum și în cazul executării separate a prizelor de pămînt de serviciu și de protecție, lungimea critică este de 1 km la linii de 15 kV pe stîlpi de lemn și de circa 3 km la linii de 15 kV pe stîlpi de beton armat centrifugat (curbele *5* și *6*). În cazul instalării unui post de transformare de izolare, lungimea critică este de circa 4 km la linii de 15 kV pe stîlpi de lemn și de circa 9 km la linii de 15 kV pe stîlpi de beton armat centrifugat (curbele *7* și *8*).

Se menționează că domeniul de utilizare al sistemului *DCP* poate fi extins chiar în terenurile de rezistivitate foarte mare, de exemplu în terenurile de munte și în terenurile stîncoase, așa cum se arată în literatura sovietică [18]. Într-adevăr, pentru trecerea curentului prin pămînt, rezistivitatea solului nu joacă practic nici un rol și intervine numai la executarea

prizelor. Or, în regiunile de munte, există terenuri cu umiditate aproape permanentă, lîngă rîuri și lacuri, astfel încît instalînd posturile de transformare în apropierea acestor terenuri, se pot obține condiții favorabile pentru prizele de pămînt.

3. Sistemul mixt de distribuție și domeniul său de utilizare

În prezent, se utilizează pentru distribuția energiei electrice în zonele rurale din țara noastră rețelele trifazate de 15 kV (mai rar de 6 kV), cu transformatoare coborîtoare de la 25 la 100 kVA. Rețeaua de distribuție de joasă tensiune este mixtă, arterele principale fiind trifazate $3 \times 380/220$ V și derivațiile monofazate 220 V. Condițiile specifice consumatorilor rurali sînt diferite față de cele din orașe, astfel încît sistemul de distribuție actual, folosit la rețelele pentru electrificări rurale, nu este rațional.

Cel dintîi dezavantaj al sistemului trifazat de distribuție rezidă în faptul că trebuie să se meargă chiar la centre mici de consum cu linii trifazate de 15 kV (mai rar de 6 kV), care nu sînt utilizate la întreaga lor capacitate, ceea ce conduce la cheltuielile de investiții și consumuri de materiale inutile.

Dezavantajul principal al sistemului trifazat de distribuție îl constituie însă rețeaua foarte dezvoltată de joasă tensiune 380 V. Ca urmare a puterilor relativ mari ale posturilor de transformare (medie 50 kVA), zona deservită de un post este mare și, din cauza lungimilor mari, este necesar să se folosească linii trifazate de joasă tensiune cu conductoare de secțiuni relativ mari (35 sau 50 mm² Al). Rezultă deci un consum de metale conductoare pentru rețelele de joasă tensiune de $2 \div 3$ ori mai mare decît pentru rețelele de înaltă tensiune.

Consumul de metale conductoare pentru rețelele de joasă tensiune poate fi micșorat prin mărirea numărului de posturi de transformare, deci prin micșorarea puterilor medii instalate și reducerea zonelor deservite. Totuși, costul posturilor de transformare trifazate scade foarte puțin la micșorarea puterilor instalate, așa încît cheltuielile totale de investiție pentru posturile de transformare cresc. Neajunsurile sistemului trifazat sînt înlăturate, în parte prin utilizarea sistemului mixt de distribuție [6], [7], [8].

Sistemul mixt de distribuție nu a fost utilizat în trecut în țara noastră, deoarece industria electrotehnică nu producea transformatoare coborîtoare monofazate. În cursul anului 1957 însă, s-au realizat cîteva linii de 15 kV monofazate, derivate din linii trifazate, punînd astfel în funcțiune sisteme mixte de distribuție de înaltă tensiune și în țara noastră.

Un sistem mixt de distribuție pentru electrificări rurale se aplică de circa 40 de ani în S.U.A. Din rețelele trifazate de distribuție locală de 2,2 kV, legate la pămînt se ramifică circuite monofazate de 2,2 kV conectate între fazele sistemului trifazat, alimentîndu-se astfel ferme la distanțe de cîțiva km. La fermă, pe ultimul stîlp al liniei de 2,2 kV, se prevede un transformator monofazat coborîtor. Transformatoarele folosite reunesc sub cuvă sau deasupra ei siguranțele de înaltă tensiune, descărcătoarele și toate racordurile.

În U.R.S.S. s-a elaborat încă din anul 1938 sistemul mixt de distribuție cu linii principale trifazate și derivațiile monofazate, sistem care

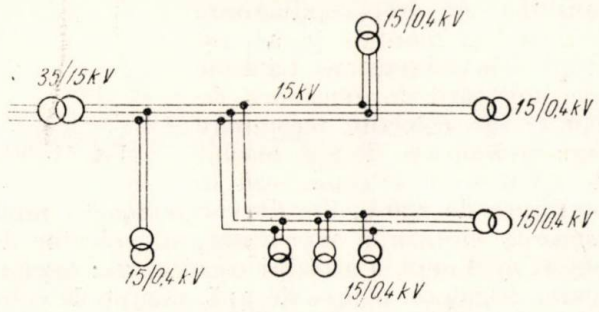


Fig. 10. Schema principială a unei rețele de 15 kV sistem mixt de distribuție.

a căpătat după aceea o largă răspîndire. Sarcinile importante și mai ales cele de forță se alimentează de la transformatoarele trifazate, iar sarcinile mici și, în primul rînd, cele de iluminat și de utilizări casnice, se alimentează de la transformatoarele monofazate. Schema de principiu a unei rețele de distribuție mixtă de înaltă tensiune este dată în fig. 10. Pentru alimentarea consumatorilor mici monofazați, se folosesc posturi de transformare monofazate, de puteri mici.

Utilizarea transformatoarelor monofazate conduce la aplicarea sistemului monofazat și în rețelele de joasă tensiune. Cel mai rațional s-a dovedit sistemul monofazat cu trei conductoare de tensiune 2×220 V, care, la densități mici de sarcină, poate concura cu sistemul trifazat 220/380 V.

Liniile monofazate de înaltă tensiune dau posibilitatea realizării unei pătrunderi cît mai mari a tensiunii înalte în centrele de consum. La sarcinile mici ale centrelor populate rurale, puterile mici ale transformatoarelor monofazate corespund mai bine sarcinilor și, deci, pot fi utilizate mai rațional decît puterile unitare, relativ mari, ale transformatoarelor trifazate. Prin executarea liniilor monofazate de înaltă tensiune pe aceiași stîlpi cu liniile de joasă tensiune și montarea transformatoarelor monofazate pe cîte un stîlp simplu, se realizează economii importante la cheltuielile de investiții.

După datele din literatura tehnică sovietică, utilizarea sistemului mixt de distribuție permite în comparație cu sistemul exclusiv trifazat de

distribuție a energiei electrice, obținerea unei reduceri a cheltuielilor inițiale pentru construcția liniilor și a posturilor de transformare cu 20—25% [7], [9].

În S.U.A. se folosește în orașele mici și în cartierele mărginașe ale orașelor mari un sistem de distribuții asemănătoare sistemului descris mai sus. Liniile aeriene de medie tensiune trifazate, care străbat chiar străzile orașelor, se ramifică prin linii monofazate, alimentînd transformatoare instalate pe aceiași stîlpi. De la aceste posturi pleacă scurte linii de joasă tensiune cu trei conductoare (2x110 V), montate pe aceiași stîlpi cu înaltă tensiune. Lămpile se conectează la tensiunea de 110 V, iar celelalte receptoare (ca : încălzitoare de apă, mașini de gătit etc.) se conectează la tensiunea de 220 V. S-a dezvoltat foarte mult folosirea motorului monofazat, un colector de puteri mici pentru utilizări casnice, ca : aspiratoare, frigidere, pompe de apă, pompe de calorifer etc. și de asemenea de puteri mai mari, pentru ferăstraie, ascensoare și chiar pentru mici ateliere [25].

În Germania, s-au studiat sistemele de distribuție pentru electrificări rurale încă din anul 1936, arătîndu-se că adoptarea sistemului monofazat poate aduce economii de 5—7% la cheltuielile de investiții. În discuțiile asupra acestei probleme, s-au relevat o serie de dezavantaje ale acestui sistem, în special alimentarea motoarelor, ceea ce — pentru condițiile specifice din Germania — nu compensează diferența relativ mică la cheltuieli de investiție [13].

În Franța s-a făcut recent un studiu asupra alimentării la rețele de distribuție a fermelor izolate, ridicîndu-se obiecții asupra sistemului monofazat, fără a se face o comparație mai detaliată între sistemele monofazat și trifazat [12].

a) *Sistemul mixt de distribuție folosind pămîntul drept conductor.* Mari avantaje economice

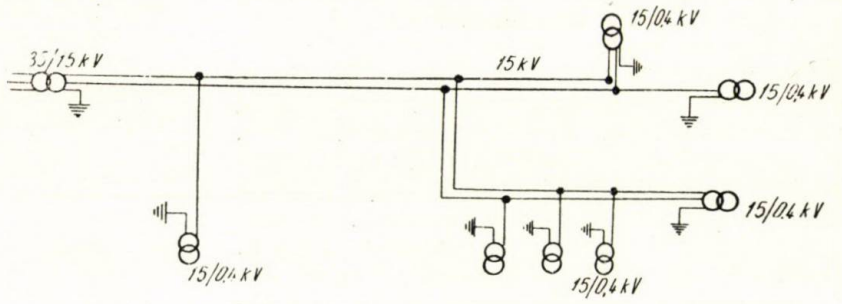


Fig. 11. Schema rețelei din fig. 10 executată după sistemele *DCP* și *UCP*.

se obțin prin adoptarea unui sistem de distribuție mixt, folosind pămîntul drept unul dintre conductoare. Într-o astfel de rețea, liniile trifazate se execută după sistemul două conductoare — pămînt (*DCP*), iar liniile monofazate după sistemul un conductor-pămînt (*UCP*).

În fig. 11, este arătată schema rețelei din fig. 10, executată după sistemul *DCP* și *UCP*. Transformatorul monofazat are în acest caz o singură bornă de înaltă tensiune și este conectat la rețeaua de înaltă tensiune prin siguranță și separator monopolare.

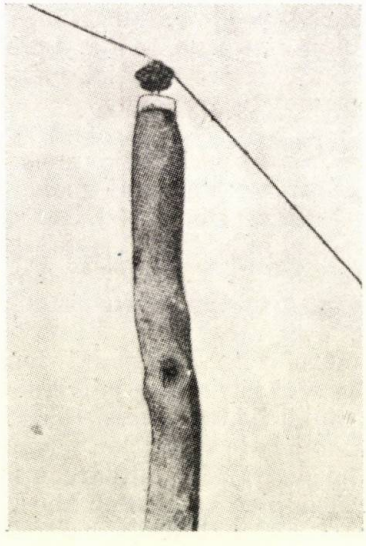


Fig. 12. Stîlp de susținere al unei linii monofazate de înaltă tensiune cu un singur conductor (Australia).

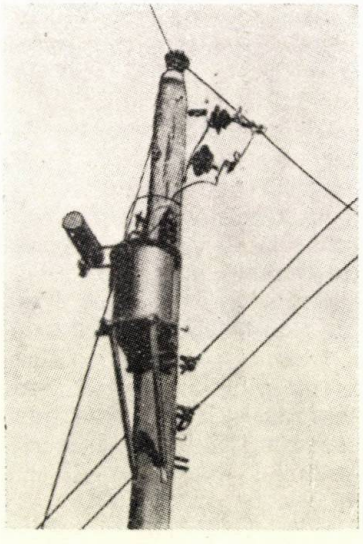


Fig. 13. Post de transformare monofazat alimentat de la o linie cu un singur conductor (Australia).

Un sistem de distribuție monofazat cu un singur conductor și cu întoarcere prin pămînt este folosit în Noua Zeelandă și în Australia pentru alimentarea consumatorilor mici rurali foarte dispersați (fig. 12 și 13). Liniile electrice

cu un singur conductor de 12,7 kV se conectează la transformatoare de izolare monofazate, legate pe partea de înaltă tensiune între două faze ale liniilor trifazate, înfășurarea secundară avînd o bornă legată la pămînt. Construcția liniilor și a posturilor de transformare după acest sistem este extrem de simplă [26].

b) *Pierderile de tensiune în sistemul mixt de distribuție.* Pierderile de tensiune longitudinale la o linie monofazată cu două conductoare, conectate între două faze ale sistemului trifazat, se calculează cu formula :

$$\Delta U_{2C} = 2I\,(R_C\,\cos\varphi + X_l\,\sin\varphi)\cdot l = \\ = 2\,\frac{PR_e + QX_e}{U}\cdot l\,.$$

Pentru aceleași puteri transportate, pierderile de tensiune la o linie monofazată sînt de două ori mai mari decît la o linie trifazată. Altfel spus, momentele de transport ale liniilor monofazate (alimentate între faze) sînt de două ori mai mici decît pentru cele trifazate, bineînțeles la aceleași secțiuni de conductoare, tensiuni nominale și factor de putere.

Pe liniile trifazate din sistemul mixt de distribuție, sarcinile se repartizează neuniform pe cele trei faze. Pierderile de tensiune între faze la o astfel de linie, în cazul unei sarcini trifazate și al unor sarcini monofazate conectate între faze, sarcinile fiind considerate la capătul liniei, se pot calcula cu expresiile [6].

$$\Delta U_{AB} = \left(I_{AB} + \frac{I_{CA}}{2}\right)\,A_A + \left(I_{AB} + \frac{I_{BC}}{2}\right)\,A_B - \\ - \frac{\sqrt{3}}{2} I_{CA} B_A + \frac{\sqrt{3}}{2} I_{BC}\,B_B\,;$$

$$\Delta U_{BC} = \left(I_{BC} + \frac{I_{AB}}{2}\right)\,A_B + \left(I_{BC} + \frac{I_{CA}}{2}\right)\,A_C - \\ - \frac{\sqrt{3}}{2}\,I_{AB} B_B + \frac{\sqrt{3}}{2}\,I_{CA}\,B_C\,;$$

$$\Delta U_{CA} = \left(I_{CA} + \frac{I_{BC}}{2}\right)\,A_C + \left(I_{CA} + \frac{I_{AB}}{2}\right)\,A_A - \\ - \frac{\sqrt{3}}{2}\,I_{BC}\,B_C + \frac{\sqrt{3}}{2} I_{AB} B_A\,.$$

Valorile curenților I_{AB}, I_{BC} și I_{CA} se determină din puterile conectate între două faze date, adică din puterile transformatoarelor monofazate S_{AB}, S_{BC}, S_{CA} și a unei treimi din puterea transformatoarelor trifazate S_{3f}. De exemplu, curentul :

$$I_{AB} = \frac{S_{AB}}{U} + \frac{S_{3f}}{3U} \qquad [\mathrm{A}]$$

și, în mod asemănător, curenții I_{BC} și I_{CA}.

Mărimile A și B din expresiile de mai sus rezultă din relațiile :

$$A_A = (R_A \cos\varphi + X_A \sin\varphi)\cdot l \qquad [\Omega]$$

$$B_A = (R_A \sin\varphi - X_A \cos\varphi)\cdot l \qquad [\Omega]$$

R_A și X_A fiind rezistența și reactanța fazei respective pe unitatea de lungime.

Pentru a nu micșora capacitatea de transport a liniilor trifazate încărcate neuniform, se caută totdeauna să se repartizeze sarcinile în așa fel încît pierderile de tensiune între faze să fie egale :

$$\Delta U_{AB} \approx \Delta U_{BC} \approx \Delta U_{CA}$$

c) *Construcția liniilor și a posturilor de transformare în sistemul mixt.* Liniile trifazate și posturile de transformare trifazate din sistemul mixt de distribuție se execută la fel ca la sistemul de distribuție exclusiv trifazat.

Liniile de înaltă tensiune monofazate se execută cu același echipament ca și liniile trifazate,

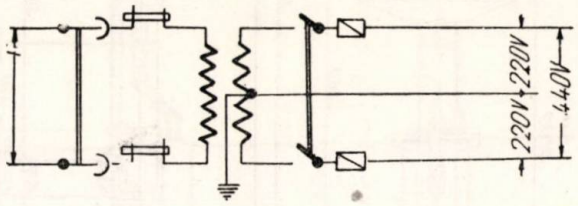


Fig. 14. Schema electrică a unui post de transformare monofazat.

lipsa unui conductor permițînd mărirea deschiderii între stîlpi. La stîlpii de beton armat centrifugat (fig. 1) consola se montează la vîrful stîlpului.

Construcția posturilor de transformare monofazate este foarte simplă, transformatorul fiind susținut de un stîlp simplu de lemn sau de beton armat al liniei de 6 sau 15 kV. Schema electrică a unui post de transformare monofazat este dată în fig. 14, iar în fig. 15 se vede construcția postului de transformare monofazat proiectat în țara noastră cu separator și siguranță obișnuite. Industria sovietică fabrică transformatoare monofazate de 3, 5 și 10 kVA 10/2 × × 0,230 kV și motoare monofazate de puteri mici. Transformatorul monofazat de 5 kVA are o greutate de circa 200 kg, putîndu-se instala două transformatoare de acest fel pe un singur stîlp. Protecția transformatorului împotriva scurtcircuitelor se face prin siguranță de înaltă tensiune, executată combinat cu separatorul și montată pe același stîlp. Pe partea de joasă tensiune, se montează întreruptor cu pîrghie și siguranțe fuzibile, adăpostite într-o cutie de dimensiuni mici.

În unele cazuri, este avantajos să se monteze conductoarele liniilor de joasă tensiune pe aceiași stîlpi cu liniile de înaltă tensiune. În Uniunea

Sovietică, s-au elaborat reguli tehnice oficiale pentru construcție și exploatarea liniilor pe stîlpi comuni [7], [8].

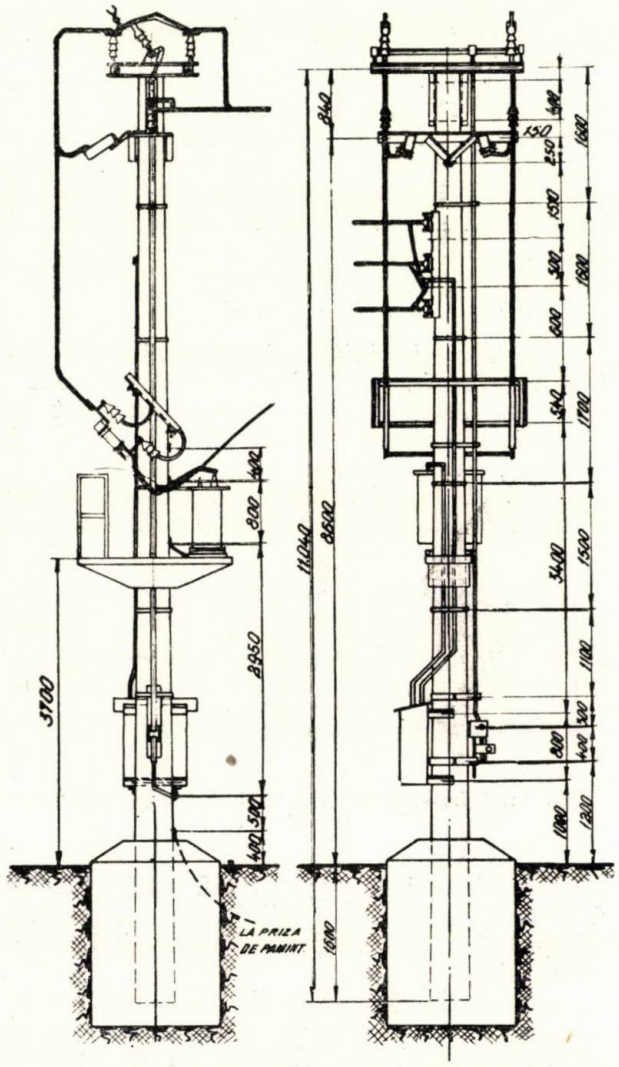


Fig. 15. Post de transformare monofazat 15/0,4 kV, 20 kVA pe stîlp de beton armat centrifugat.

d) *Alimentarea consumatorilor de forță.* În rețelele de joasă tensiune alimentate de posturi de transformare monofazate, pentru puteri mici necesare la utilizări casnice de forță, se întrebuințează motoare monofazate.

Pentru puteri mai mari, se pot folosi în rețelele monofazate motoare asincrone speciale, cu condensatoare de pornire [29], [34]. Dezavantajul acestor motoare constă în aceea că necesită baterii de condensatoare relativ mari și scumpe. Schemele de conexiuni ale motoarelor asincrone trifazate, folosite ca motoare monofazate cu condensator, sînt date în fig. 16. În cazul cînd nu se pot procura motoare asincrone speciale, se pot folosi motoare trifazate standardizate de tensiune 380/220 V, cu dispozitiv de pornire prin rezistență. Motoarele se conectează la tensiunea de 440 V, după schema din fig. 17.

Două faze ale înfășurării statorului sînt legate în serie la tensiunea rețelei și formează bobinajul de lucru al motorului. Faza a treia a înfășurării

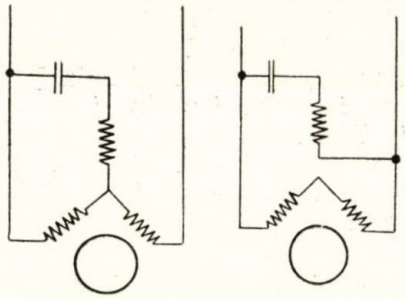


Fig. 16. Scheme de conexiuni ale motoarelor asincrone trifazate folosite ca motoare monofazate cu condensator.

statorului se conectează prin intermediul rezistenței R și al unui întreruptor cu pîrghie și formează bobinajul de pornire al motorului. Pentru pornirea motorului se închide întreruptorul cu pîrghie; după ce motorul a căpătat turația normală, întreruptorul se deschide și motorul continuă să funcționeze, debitînd o putere egală cu pînă la 2/3 din puterea în regim trifazat [7], [8], [24].

Deși folosirea motoarelor monofazate și a motoarelor trifazate cu scheme speciale de pornire în rețelele de joasă tensiune monofazate comportă cheltuieli mai mari decît utilizarea motoarelor asincrone trifazate în rețele trifazate, totuși scumpirea motoarelor este neînsemnată în raport cu economia ce se obține la cheltuielile de investiție în rețelele de înaltă tensiune și de joasă tensiune prin adoptarea sistemului mixt de distribuție.

Se menționează că, în legătură cu tracțiunea electrică în curent alternativ monofazat de 50 Hz, s-a studiat în diferite țări fabricarea motoarelor monofazate de 50 Hz. În acest sens, s-a reușit să se fabrice motoare monofazate de 50 Hz, de puteri mari (chiar 740 kW), avînd greutăți specifice (kg/kW) egale cu acelea ale motoarelor de tracțiune pentru curent continuu [30] ÷ [33].

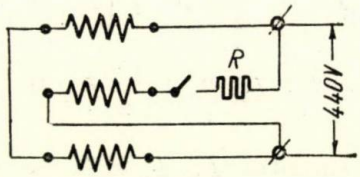


Fig. 17. Schema de conexiuni a motorului asincron trifazat cu dispozitiv de pornire prin rezistență, funcționînd într-o rețea monofazată.

În țara noastră, se fabrică numai cîteva tipuri de motoare monofazate de puteri foarte mici pentru utilizări casnice. Nu s-au studiat și nu

Tabela 2

Compararea tehnico-economică a liniilor de 15 kV trifazate şi monofazate pe stîlpi de lemn şi de beton armat, pentru diferite puteri de transport şi diferite secţiuni de conductoare (lungimea liniilor km)

Felul stîlpilor	Secţiunea conductoarelor de oţel aluminiu, mm²	Puterea maximă transportată, kVA	Sistemul de distribuţie	Cheltuieli de investiţie (10 km), lei	Cheltuieli de exploatare, lei/an	Costul pierderilor anuale de energie, lei/an	Cheltuieli totale anuale, lei/an	Observaţii
Stîlpi de lemn	25	550	monofazat	300 000	30 000	10 000	40 000	
			trifazat	410 000	41 000	5 000	46 000	
	35	700	monofazat	320 000	32 000	11 000	43 000	
			trifazat	445 000	44 000	5 500	49 500	
	50	950	monofazat	350 000	35 000	14 000	49 000	
			trifazat	505 000	50 000	7 000	57 000	
Stîlpi de beton armat centrifugat	25	550	monofazat	490 000	28 000	10 000	38 000	
			trifazat	616 000	35 000	5 000	40 000	
	35	700	monofazat	555 000	32 000	11 000	43 000	
			trifazat	640 000	37 000	5 500	42 500	
	50	950	monofazat	562 000	32 000	14 000	46 000	
			trifazat	662 000	38 000	7 000	45 000	

s-au pus în aplicare scheme de pornire a motoarelor trifazate alimentate de la o reţea monofazată şi nu s-au fabricat nici motoare monofazate de puteri mai mari.

e) *Consideraţii economice asupra utilizării sistemului mixt de distribuţie.* Pentru a stabili economicitatea sistemului mixt de distribuţie, s-a făcut comparaţie între transportul energiei electrice la înaltă tensiune (15 kV) prin linii trifazate şi monofazate. În acest scop, s-a luat în considerare o lungime de linie de 10 km, care este destul de mare pentru derivaţiile din liniile trifazate. Comparaţia s-a făcut pentru aceeaşi putere transportată, corespunzătoare unei pierderi de tensiune de 6%. În aceste condiţii, puterile transportate pentru diferite secţiuni de conductoare sînt următoarele :

25 mm² OL-AL . . . 550 kVA ;
35 mm² OL-AL . . . 700 kVA ;
50 mm² OL-AL . . . 950 kVA.

Cheltuielile de investiţie pentru liniile trifazate şi monofazate pe stîlpi de lemn şi de beton armat sînt date în tabela 2. S-au calculat, de asemenea, cheltuielile anuale, în care intră : cota de amortizare, cheltuielile de deservire, cele de întreţinere şi costul pierderilor de energie. Pierderile s-au determinat pentru o durată a pierderilor maxime de 2 000/h pe an, corespunzătoare unui număr de ore de utilizare a puterii maxime de 3 000/h pe an. Cheltuielile de exploatare pentru linii de diferite soluţii sînt înscrise, de asemenea, în tabela 2. Din examinarea cifrelor din tabelă, rezultă că, la puterile relativ mari de mai sus şi la lungimi de 10 km, transportul energiei prin linii monofazate de 15 kV este mai economic decît prin linii trifazate de 15 kV, deoarece atît cheltuielile de investiţie, cît şi cheltuielile de exploatare sînt mai mici, datorită numărului mic de ore de utilizare a puterii maxime.

După datele furnizate de către literatura sovietică, o parte însemnată din economiile ce se pot realiza prin adoptarea sistemului mixt de distribuţie rezultă din reţeaua de joasă tensiune, prin mărirea numărului de posturi de transformare monofazate şi micşorarea puterilor unitare [24]. În continuare, este bine să se studieze ce economii se pot obţine la reţelele electrice de joasă tensiune din sate, prin adoptarea în ţara noastră a sistemului mixt de distribuţie.

4. Concluzii şi propuneri

În prezent, se utilizează în ţara noastră pentru electrificări rurale sistemul de distribuţie trifazat obişnuit, împrumutat de la reţelele de distribuţie urbane. Particularităţile consumatorilor de energie electrică din zonele rurale (densitate mică a sarcinilor, puteri mici ale centrelor de consum) conduc la cheltuieli de investiţie şi la consumuri de materiale suplimentare şi inutile prin folosirea acestui sistem de distribuţie. Economii importante se obţin prin aplicarea sistemului mixt de distribuţie, larg folosit în Uniunea Sovietică la electrificări rurale. Acest sistem poate fi executat numai cu conductoare aeriene, sau folosind pămîntul drept unul dintre conductoare (sistemele *DCP* şi *UCP*). Adoptarea sistemelor *DCP* şi *UCP* poate aduce, de asemenea, economii importante la cheltuielile de investiţie şi consumuri de materiale.

Pentru introducerea pe scară largă a sistemului mixt de distribuție, este necesar ca industria electrotehnică să pună în fabricație transformatoare monofazate 15/0,4 kV de 3, 5 și 10 kVA, separatoare-siguranțe de 15 kV și motoare monofazate de puteri pînă la 15 kVA, putînd fi alimentate din rețea monofazată (motoare monofazate sau motoare trifazate cu scheme speciale de pornire). Pînă la obținerea acestor transformatoare și motoare, se poate folosi cu succes alimentarea prin linii de înaltă tensiune monofazate a unor centre, unde nu se prevede într-un viitor apropiat apariția unor consumatori de forță.

Este necesar a se efectua în continuare studii pentru concretizarea rezultatelor economice, ce se obțin în rețelele de joasă tensiune prin adoptarea sistemului mixt de distribuție. Simplificarea și ieftinirea instalațiilor electrice rurale se pot obține și prin alte mijloace, ca : folosirea unor tensiuni nominale mai ridicate, construcții raționale de linii și posturi, reglarea tensiunii în rețelele rurale etc.

Scoaterea în evidență a efectelor economice ce se pot obține prin aplicarea unor astfel de măsuri nu se poate face decît prin studii tehnico-economice.

Bibliografie

[1] Gheorghiu-Dej Gh. : *Raportul de activitate al Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn la Congresul al II-lea al partidului*, ESLP, București 1955.

[2] Moraru Gh., Șandru V. : *Unele probleme ale electrificării satelor*. Lupta de clasă, nr. 11 (1957), pag. 75—86.

[3] Ministerul Energiei Electrice, Direcția Generală Tehnică : *Prescripții pentru întocmirea proiectelor de rețele electrice de joasă tensiune de distribuție rurală*. E.E.S. 1955

[4] Ministerul Energiei Electrice. Direcția Generală Tehnică : *Prescripții pentru construcția liniilor aeriene de energie electrică peste 1 000 V*, E.E.S. (1949).

[5] Ministerul Centralelor Electrice din U.R.S.S. Direcția Tehnică : *Reguli de amenajare a instalațiilor electrotehnice*, Gosenergoizdat, Moscova (1954). Capitolele : *Instalații electrice rurale ; Punerea la pămînt la instalațiile electrice cu o tensiune peste* 1 000 V.

[6] *** : *Îndreptar pentru electrificări rurale* (Spravocinic po electrificația seliscovo hozaistvo), Selihozghiz 1949.

[7] Budzco I. A. : *Rețele electrice rurale*, Selihozghiz, Moscova (1955).

[8] Zlatcovski A. P. : *Echipamentul electric al instalațiilor electrice rurale*, Selihozghiz (1953).

[9] Zlatcovski A. P., Sustov V. A. : *Posturi de transformare pe stîlpi*. Traducere din limba rusă după ediția 1950. E.E.S. (1953).

[10] Militaru P. : *Transportul, distribuția și utilizarea energiei electrice*, București, Editura Tehnică (1951), 500 p., 328 fig.

[11] Mikes Frantisek : *Rețele raționale de distribuție de energie electrică pentru nevoile agricole din Cehoslovacia*. Conférence mondiale de l'énergie, Rapp. 53, Beograd 1957.

[12] Touzé J. : *Alimentarea fermelor izolate printr-o rețea de distribuție a energiei electrice*, Bull. SFE nr. 111. Décembr. (1950), Tome X, pag. 587—594.

[13] Bolling W. : *Electrificarea ținuturilor slab populate*, VDE Fachberichte, 8 Band (1936), S 18—22.

[14] Mestres C. : *Studiul structurii rețelelor rurale în zonele de locuit dispersate*, Bull. SFE nr. 82, Octobre (1957), pag. 588—601.

[15] Gheorghiu N., Militaru P. : *Sistemul de distribuție a energiei electrice două conductoare-pămînt. Primele rezultate ale aplicării acestui sistem în R.P.R.* Energetica și Hidroenergetica, nr. 11—12 (1954), pag. 371—381.

[16] Boțan N. V., Poeată A. I., Poeată Nina : *Sisteme de transport si distribuție de energie electrică în curent alternativ cu utilizarea pămîntului drept conductor*, Energetica nr. 8—9 (1953), pag. 23—32.

[17] Ebin L. E., Aluker S. M. : *Calculul electric al rețelelor folosind pămîntul drept unul dintre conductoare de fază două conductoare-pămînt*, Gosenergoizdat (1949).

[18] Viliciur L. M., Cazarian N. S. : *Despre utilizarea sistemului două conductoare-pămînt în condiții de munte*, Electricestvo nr. 2 (1951), pag. 76—78.

[19] Curdiani I. S., Ruhvadze E. M. : *Generalizarea experienței de exploatare a sistemului DCP în Georgia*. Culegerea : VIES-Naucinîe Trudî. Tom. I, Moscova (1954).

[20] Geszti P. O., Kovacs K. : *Problemele de principiu ale rețelelor cu unul dintre conductoare-pămînt*, Electrotechnika Budapesta, nr. 4 (1952), pag. 100—118.

[21] Ruhvadze E. M. : *Folosirea sistemului DCP (două conductoare-pămînt) în rețelele de 35 kV de importanță agricolă*, Biuleteni naucino-tehnicescoi informații po seliscoi electrificații, VIESH, nr. 1, Moscova (1956), pag. 52.

[22] Meșceriacov K. P. : *Folosirea liniilor electrice de transport după sistemul „două conductoare-pămînt" de 110 kV tensiune pentru alimentarea cu energie a regiunilor agricole* din lucrarea Electrosnabjenie Seliscovo Hoziaistva ot Raionnih Energhetisceskih Sistem, Izdatelstvo Akademii Nauk, S.S.S.R., Moscova (1957), pag. 84—87.

[23] Stepanov N. P. : *Transformatoare monofazate de distribuție pentru rețele cu densitate mică a sarcinii*, Electricestvo, nr. 2 (1950), pag. 13—20.

[24] Kuț P. V. : *Eficacitatea folosirii sistemului mixt în funcție de condițiile distribuției energiei electrice în raioanele rurale*. Culegerea de la punctul 19.

[25] Robida L. : *Practica americană în materie de distribuție a electricității*, Technique Moderne, nr. 6, 15 Mars (1939), pag. 233—236.

[26] Montgomery I. B. : *Distribuție de înaltă tensiune cu un singur conductor în regiunea rurală Victoria*, Distribution of electricity, nr. 209, vol. XXVII, Mars (1955), pag. 117—121.

[27] Ganelin A. M., Zaharin A. G., Levin M. S. *Noi conductoare de oțel-aluminiu pentru linii electrice rurale*. Biuleteni naucino tehniceskoi informații po seliskoi electrificații, VIESH, nr. 1, Moscova (1956), pag. 47—50.

[28] Avramescu A. A. : *Noi tipuri de conductoare din oțel-aluminiu pentru distribuții rurale*, Studii și Cercetări de Energetică, Edit. Acad. R.P.R. Anul VII, nr. 2 (1957), pag. 261—277.

[29] Kraițberg M. I. : *Studiul teoretic al motorului cu condensator pentru locomotiva electrică minieră*, Trudî Moscovskovo Ordena Lenina Energheticeskovo Instituta im. V. M. Molotova. Vîpusk 5. Sbornic rabot po electriceskoi tiaghe. Gosenergoizdat, Moscova (1950).

[30] Garreau M. : *Tracțiunea prin curent monofazat la 50 Hz*, Bull. SFE, nr. 9 (1951), pag. 515—520.

[31] Boduier C. : *Posibilitățile vehiculelor motoare de curent monofazat 50 Hz cu motoare directe*, Bull. SFE nr. 9 (1951), pag. 521—529.

[32] Leyvraz P. : *Motorul de tracțiune monofazat* 50 Hz *de mare putere*, Bull. SFE, nr. 9 (1951), pag. 538—543.

[33] Nouvion F. : *Încercările și anchetele dirijate de către SNCF asupra tracțiunii monofazate*, Bull. SFE nr. 9 (1951), pag. 585.

[34] Piotrovski L. M. : *Mașini electrice*. Traducere din limba rusă, E.E.S. București (1953).

NOTĂ : *O bibliografie mai completă cu privire la sistemul două conductoare-pămînt este dată în articolul de la punctul* [15].

621.316.13.001

Contribuţii la studiul sistemelor de distribuţie monofazice şi trifazice în electrificarea rurală

M. STEIN*) şi CONST. PETRESCU**) Bucureşti

Se analizează din punct de vedere tehnico-economic sistemul de distribuţie monofazat, stabilindu-se condiţiile în care un astfel de sistem de distribuţie oferă avantaje faţă de cel trifazat şi limitele în care el îşi găseşte aplicabilitatea.

A fost luată în consideraţie şi eventualitatea folosirii unor noi tipuri de conductoare de OL—AL cu secţiunea redusă de aluminiu.

Prezenta lucrare are ca obiect compararea din punct de vedere tehnico-economic a distribuţiei energiei electrice din sistemul trifazic şi monofazic. Se înţelege prin „sistem monofazic„ distribuţia la tensiunea între două faze şi nu între fază şi nul, reţelele noastre de distribuţie funcţionînd cu neutrul izolat în cazul special al electrificărilor rurale. Se menţionează că nu se vor lua în considerare axele principale ale reţelelor, ci liniile de derivaţii de la aceste axe principale, sau acelea pentru alimentarea unor consumatori izolaţi.

Deoarece în reţelele noastre rurale se generalizează tensiunea de 15 kV, toate consideraţiile se vor face pentru această tensiune, considerîndu-se liniile executate pe stîlpi de beton armat şi echipate cu conductoare de OL-AL.

Oportunitatea folosirii sistemului de distribuţie monofazic se va analiza luîndu-se în considerare numai reţeaua de înaltă tensiune propriu-zisă, fără a se ţine seamă de reţeaua de joasă tensiune, de posturile de transformare şi de motoarele electrice. Aceasta nu conduce însă la o astfel de deformare a rezultatelor încît să impună luarea în considerare şi a acestor elemente, din următoarele motive :

— pentru localităţile mici reţeaua de joasă tensiune este, în general, aceeaşi, indiferent de sistemul de alimentare pe înaltă tensiune ;

— posturile monofazice necesită o investiţie mai mică decît posturile trifazice (cu circa 20—30 % mai mici), influenţînd în orice caz — în favoarea sistemului monofazic.

Deoarece s-a presupus că în sistemul monofazic nu vor fi alimentaţi consumatori de forţă importanţi, nu este cazul să fie luate în considerare motoarele monofazice la aprecierile comparative pe care le vom face, diferenţele de costuri ce ar apărea neinfluenţînd concluziile. Calculele ce urmează se vor face în două ipoteze, şi anume :

— pentru cazul cînd secţiunea minimă a conductoarelor nu este limitată din punctul de vedere al rezistenţei mecanice şi

— pentru cazul cînd secţiunea minimă a conductoarelor este limitată din punctul de vedere al rezistenţei mecanice.

I. Compararea liniilor trifazice şi monofazice în ipoteza că secţiunea conductoarelor nu este limitată

Pentru a putea face o comparaţie obiectivă între cele două tipuri de linii, se va considera că transportul se efectuează în jurul densităţii economice de curent, adică teoretic în cele mai economice condiţii.

1. *Compararea din punct de vedere al cheltuielilor de investiţie.* În condiţiile actuale, liniile de 15 kV funcţionează destul de rar la densitatea economică de curent, deoarece la liniile lungi, densitatea de curent este limitată de căderea de tensiune, iar la liniile scurte, secţiunea minimă este impusă de considerente de ordin mecanic, în majoritatea cazurilor depăşind secţiunea efectiv necesară.

În ipoteza considerată însă, secţiunea conductorului nu se socoteşte limitată (se presupune că se folosesc conductoare speciale de aluminiu, cu secţiunea mică), secţiunea putînd fi astfel încărcată la densitatea economică de curent şi la puteri mici de transport.

Costul unui km de linii electrice poate fi reprezentat prin următoarele relaţii :

$$C = a + b.\ s, \qquad (1)$$

în care :

C este costul unui km de linie (lei/km) ;
a — constantă, reprezentînd costul liniei, independent de secţiunea conductorului (lei/km) ;
b — factor de proporţionalitate (lei/mm²km) ;
s — secţiunea conductorului (mm²).

Pentru determinarea valorilor constantelor a şi b, se folosesc date ce se obţin din devizele de linii executate sau proiectate.

Pentru linii trifazice de 15 kV pe stîlpi de beton armat cu conductoare de oţel aluminiu, s-a obţinut :

$$a_T = 50\,000 \text{ lei/km}$$

$$b_T = 400 \text{ lei/km mm}^2$$

*) Ing. M. Ştein este şef de secţie la I.S.P.E.
**) Ing. C. Petrescu este şef de atelier la I.S.P.E.

Pentru liniile monofazice, aceste constante au valorile :

$$a_M = 43\,000 \text{ lei/km}$$

$$b_M = 290 \text{ lei/km mm}^2.$$

Deci, costul unui km de linii trifazice, respectiv monofazice, va fi :

$$C_T = 50\,000 + 400\, s_T \text{ lei/km} ;$$

$$C_M = 43\,000 + 290\, s_M \text{ lei/km.} \qquad (2)$$

Coeficienții a_T și b_T determinați pot fi considerați valabili și pentru secțiunile mici de conductoare (sub 25 mm² OL-AL), care pot fi de construcție specială în ce privește raportul dintre OL și AL.

Eventualele mici abateri nu influențează rezultatele calculelor executate.

Se va exprima secțiunea în funcție de densitatea de curent (j) și de puterea de transport N

$$s_T = \frac{I_T}{j_T} = \frac{N}{\sqrt{3}\, U\, j_T} ; \qquad (3)$$

$$s_M = \frac{I_M}{j_M} = \frac{N}{U\, j_M}$$

În care :

j_T este densitatea de curent în linia trifazică ;
j_N — densitatea de curent în linia monofazică.

În cazul tensiunii de 15 kV :

$$s_T = \frac{N}{26\, j_T} \qquad s_N = \frac{N}{15\, j_M} \qquad (4)$$

Introducînd valorile obținute cu relațiile (2), se obține :

$$C_T = 50\,000 + 15{,}4\, \frac{N}{j_T} ;$$

$$C_M = 43\,000 + 19{,}3\, \frac{N}{j_M} \qquad (5)$$

Așa cum s-a precizat, compararea celor două sisteme se va face considerînd că liniile funcționează la densitatea economică de curent. Pentru aceasta, se va calcula densitatea economică de curent, atît pentru liniile trifazice, cît și pentru liniile monofazice.

Densitatea economică de curent este dată după prof. A. A. Glazunov de relația următoare :

— pentru linii trifazice :

$$j_{Te} = K \sqrt{\frac{10 \cdot b_T \cdot p}{3\, \tau\, \rho\, \beta}} \text{ (A/mm}^2\text{)} ;$$

— pentru linii monofazice :

$$j_{Me} = K \sqrt{\frac{10\, b_M\, p}{2 \cdot \tau\, \rho\, \beta}}, \qquad (6)$$

în care :

b_T și b_M sînt factori de proporționalitate, cunoscuți din relațiile (2) ;
p — procent pentru amortizare și reparații = = 5,8% ;
τ — timpul de pierderi maxime (pentru electrificări rurale 2 000 ore/an) ;
ρ — rezistivitatea conductorului (ohmi mm²/km) ;
β — costul energiei pierdute = 0,15 lei /kWh ;
K — coeficientul cuprins între 1,4 și 2, care corectează secțiunea ținînd seama de faptul că puterea maximă nu se transportă de la început pe linia construită, valoarea 1,4 corespunzînd calculelor de linii pentru care sarcina de perspectivă a fost determinată suficient de precis. În calcul vom lua 1,5.

Introducînd aceste valori se obține :

$$j_{Te} = 1{,}3 \text{ (A/mm}^2\text{)} ;$$

$$j_{Me} = 1{,}35 \text{ (A/mm}^2\text{)}$$

Se constată că practic :

$$j_{Te} = j_{Me} = j_e = 1{,}35 \text{ (A/mm}^2\text{).}$$

Densitatea economică calculată se referă la linii de secțiune constantă cu o singură sarcină la capătul liniei.

Liniile de distribuție rurală au însă sarcini aproximativ egal repartizate pe traseu, la distanțe practic egale.

În cazul liniilor cu sarcini uniform distribuite, cu secțiunea constantă, densitatea de curent nu mai poate fi cea determinată mai sus, deoarece pe diverse porțiuni de linii circulă curenți diferiți, și anume cu atît mai mici cu cît porțiunea respectivă este mai departe de capătul de alimentare al liniei (fig. 1).

Într-o asemenea linie, pierderile de putere vor fi :

$$\Delta P = 3 \left[\left(\frac{I}{n} \right)^2 + \left(\frac{2\, I}{n} \right)^2 + \ldots + \left(\frac{nI}{n} \right)^2 \right] \frac{\rho . l}{s}, \qquad (7)$$

în care :

l este distanța între sarcini ;

I — curentul total al liniei.

Pierderile de putere într-o linie de lungime $L = n\,l$ cu o singură sarcină la capăt I_1, sînt :

$$\Delta P = 3\, I_1^2\, \frac{\rho\, l\, n}{s} \qquad (8)$$

Știind că :

$$1^2 + 2^2 + 3^2 + \ldots\ldots n^2 = \frac{n(n+1)\,(2n+1)}{6}$$

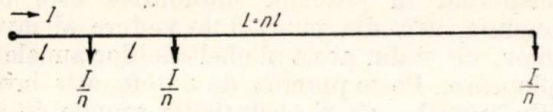


Fig. 1

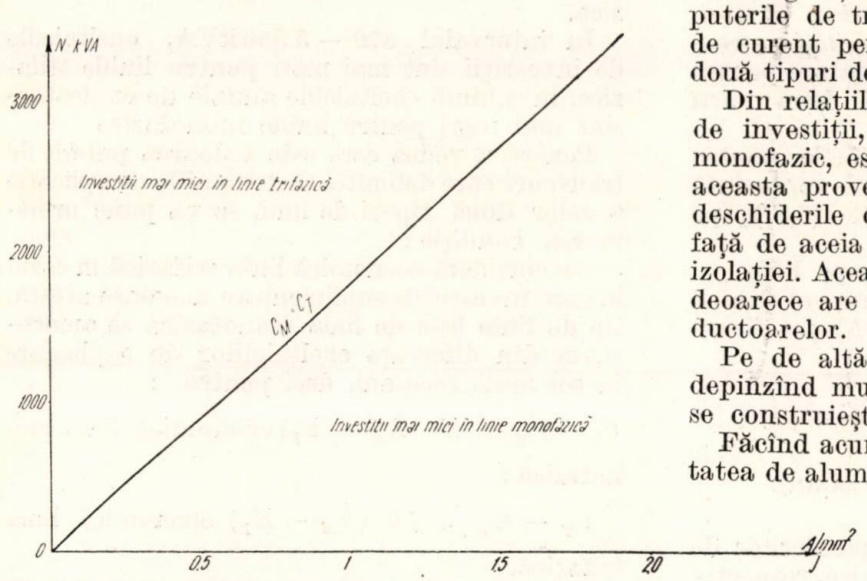


Fig. 2. Valoarea puterii de transport în funcție de densitatea de curent, în ipoteza că investițiile pentru cele două tipuri de linii sînt egale.

și egalizînd cele două relații obținem :

$$\frac{(n+1)\,(2n+1)\,I^2}{6n^2} = I_1^2 \qquad (9)$$

Astfel, relația (9) devine :

$$I = I_1 \sqrt{\frac{6n^2}{(n+1)\,(2n+1)}} \qquad (10)$$

Împărțind ambii termeni ai relației (10) prin s, se obține raportul dintre cele două densități :

$$\frac{I}{s} = \frac{I_1}{s} \sqrt{\frac{6n^2}{(n+1)\,(2n+1)}}$$

sau :

$$j_e = j'\, e \sqrt{\frac{6n^2}{(n+1)\,(2n+1)}}$$

Pentru linii avînd un număr infinit de sarcini,

$$j_e = \sqrt{3}\; j'_e.$$

În realitate însă, numărul sarcinilor pe liniile de derivații considerate nu depășește 3—5 ; coeficientul de corecție al densității calculate pentru sarcina totală are, deci, valori cuprinse între 1,4 și 1,5. Această nouă valoare a densității se numește densitate economică echivalentă și, în cazul de față (considerînd coeficientul de corecție egal 1,5) are valoarea :

$$j'_e = 2\ \mathrm{A/mm^2}.$$

În fig. 2, s-a trasat curba care reprezintă puterile de transport în funcție de densitatea de curent pentru care investițiile pentru cele două tipuri de linii sînt egale.

Din relațiile (2) și fig. 3 se vede că diferența de investiții, maximă în favoarea sistemului monofazic, este de 50 000—43 000 = 7 000 lei, aceasta provenind din posibilitatea de a mări deschiderile dintre stîlpii monofazici ai liniei față de aceia trifazici și din reducerea costului izolației. Această diferență este numai teoretică, deoarece are loc pentru secțiunea zero a conductoarelor.

Pe de altă parte, diferența nu este sigură, depinzînd mult de condițiile terenului pe care se construiește linia.

Făcînd acum comparație în ce privește cantitatea de aluminiu din conductoare, se pot vedea că pentru aceleași puteri transportate la densitatea economică, această cantitate este mai mare în sistemul de distribuție monofazic. Acest lucru reiese din

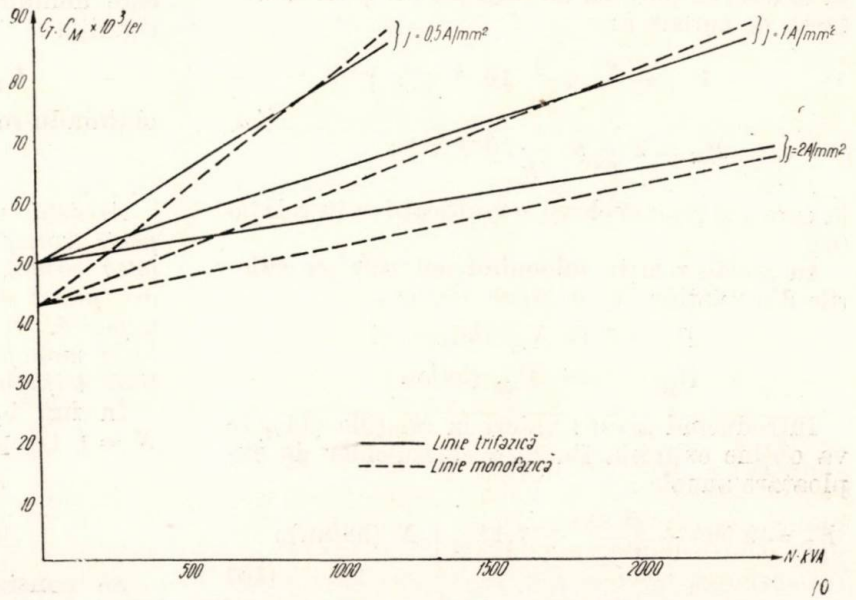


Fig. 3. Costul unui km de linie trifazică respectiv monofazică, în funcție de putere, pentru densitate de curent constantă.

relațiile (3), din care se vede că raportul secțiunilor conductoarelor este :

$$\frac{S_T}{S_M} = \frac{1}{\sqrt{3}} \text{ sau } \frac{G_T}{G_M} = \frac{3 S_M}{2\sqrt{3} S_M} = \frac{3}{2\sqrt{3}} = 0{,}87$$

în care :

G_T este greutatea aluminiului în conductoarele liniei trifazate ;

G_M — greutatea aluminiului în conductoarele liniei monofazice.

Așadar, pentru transportul unei aceleiași puteri la densitatea economică de curent, cantitatea de aluminiu necesară liniei trifazice reprezintă 87% din cantitatea de aluminiu necesară liniei monofazice.

2. *Compararea din punct de vedere al cheltuielilor de exploatare pe baza densității economice de curent.* Cheltuielile de exploatare pentru o linie electrică aeriană cuprind două părți distincte :

— amortizarea liniei și cheltuielile pentru reparații și plata personalului, care reprezintă un procent din investițiile inițiale (5,8% pe an) și :

— costul pierderilor de energie pe linie.

Pornind de la relațiile (5), aceste cheltuieli anuale pentru exploatarea liniei (E) pot fi exprimate prin următoarele relații :

$$\begin{aligned} E_T &= 2\,900 + 0{,}88 \frac{N}{j_T} + P_T \text{ (lei/an)} ; \\ E_M &= 2\,500 + 1{,}12 \frac{N}{j_M} + P_M \text{ (lei/an).} \end{aligned} \tag{11}$$

unde P_T și P_M reprezintă costul pierderilor de energie pe an în cazul liniilor trifazice, respectiv monofazice.

Se va exprima și costul pierderilor de energie în funcție de puterea de transport N și de densitatea de curent j :

$$\begin{aligned} P_T &= \frac{N^2}{U^2} \rho \frac{1}{S_T} 10^{-3} \tau \beta ; \\ P_M &= 2 \frac{N^2}{U^2} \rho \frac{1}{S_M} 10^{-3} \tau \beta ; \end{aligned} \tag{12}$$

în care σ și β au aceleași semnificații ca în relația (6).

În aceste relații, înlocuind notațiile cu valorile din relațiile (4) și (6) se obține :

$$P_T = 1{,}11 \; N_{j_T} \text{ (lei/an) și}$$
$$P_M = 1{,}28 \; N_{j_M} \text{ (lei/an).}$$

Introducînd aceste valori în relațiile (11), se va obține expresia finală a cheltuielilor de exploatare anuale :

$$\begin{aligned} E_T &= 2\,900 + \left(\frac{0{,}88}{j_T} + 1{,}11 \, j_T \right) N \text{ (lei/an)} ; \\ E_M &= 2\,500 + \left(\frac{1{,}12}{j_M} + 1{,}28 \, j_M \right) N \text{ (lei/an).} \end{aligned} \tag{13}$$

Introducînd în relațiile (13) valoarea densității economice de curent (2 A/mm²) și egalizînd termenii doi, se obține puterea de transport pentru care cheltuielile de exploatare sînt egale pentru două tipuri de linie : acea valoare a puterii este de 870 kVA.

În figura 4, s-au trasat curbele $C_T - C_M$ și $E_T - E_M$ în funcție de puterea de transport pentru densitatea economică de curent 2 A/mm².

Se constată că, pînă la o putere de 870 kVA, transportul în sistemul monofazic este mai economic, atît din punctul de vedere al investițiilor, cît și din acela al cheltuielilor anuale de exploatare. Peste puterea de 3 350, atît investițiile inițiale, cît și cheltuielile anuale de exploatare sînt mai mici decît pentru linia trifazică.

În intervalul 870 — 3 350 kVA, cheltuielile de investiții sînt mai mari pentru liniile trifazice, în schimb cheltuielile anuale de exploatare sînt mai mari pentru liniile monofazice.

Pentru a vedea care este valoarea puterii de transport care delimitează domeniile de aplicație a celor două tipuri de linii, se va pune următoarea condiție :

Se consideră economică linia trifazică în cazul în care investițiile suplimentare necesare acestui tip de linie față de linia monofazică se amortizează din diferența cheltuielilor de exploatare în cel mult zece ani, deci pentru :

$C_T - C_M > 10 \; (E_M - E_T)$ economică linia monofazică ;

$C_T - C_M < 10 \; (E_M - E_T)$ economică linia trifazică.

Considerînd că transportul se efectuează la densitatea economică de curent, valoarea puterii care delimitează cele două domenii reiese din condiția :

$$C_T - C_M = 10 \; (E_M - E_T),$$

obținîndu-se :

$$N = 1\,660 \text{ kVA.}$$

Această valoare reprezintă puterea care se poate transporta pe o linie monofazică la densitatea economică de curent în aceleași condiții, din punct de vedere economic, ca și pe o linie trifazică. Sub această valoare, transportul pe linia monofazică este mai economic decît pe o linie trifazică.

În fig. 5, s-au trasat curbele reprezentînd $N = f(j)$ pentru condițiile :

$$C_T - C_M = (E_M - E_T) n$$
$$(n = 5, \; 10 \text{ și } 15 \text{ ani}).$$

Se constată că aceste curbe prezintă un maxim care se află chiar în jurul densității economice de curent (2 A/mm²). De aici se

poate trage concluzia că puterea ce se poate transporta mai economic pe o linie monofazică decît pe o linie trifazică este maximă pentru cazul în care transportul se efectuează la densitatea economică de curent.

Remarca ce s-a făcut însă la compararea din punctul de vedere al investițiilor, în ce privește

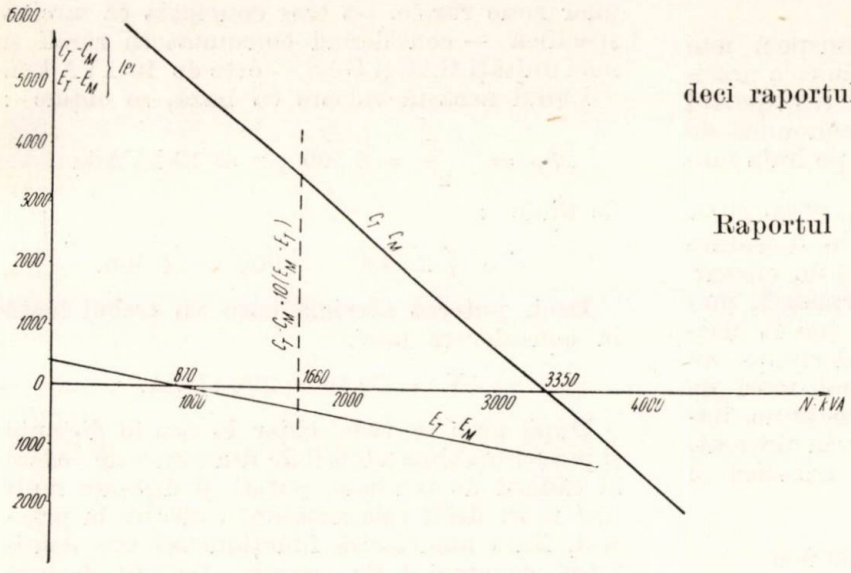


Fig. 4. Diferența investițiilor și a cheltuielilor de exploatare anuale pentru cele două tipuri de linie, în funcție de puterea transportată.

diferența de investiții dintr-o linie trifazică și una monofazică, este valabilă și la compararea din punctul de vedere al cheltuielilor de exploatare. Într-adevăr, diferența dintre cheltuielile anuale de exploatare pentru o linie trifazică și cele pentru o linie monofazică, în valoare maximă de 400 lei/an (în favoarea liniei monofazice, cînd teoretic $N = 0$), prezintă același grad de incertitudine.

În legătură cu cele expuse pînă acum, se poate pune problema dacă în cazul cînd trebuie alimentată o sarcină oarecare, la o anumită distanță și la o anumită cădere de tensiune, cele două linii (cea trifazică și cea monofazică) pot fi încărcate amîndouă la aceeași densitate de curent și, deci, și la cea economică.

În cele ce urmează, se va demonstra că, în cazul cînd amîndouă tipurile de linii sînt încărcate la aceeași densitate de curent, căderile de tensiune sînt sensibil egale.

În calculul de mai jos, s-a neglijat căderea de tensiune inductivă, deoarece, la liniile considerate, reactanța x a liniei este mică în raport cu rezistența activă a acesteia r, iar factorul de putere cos φ are valori apropiate de unitate (x și r fiind reactanța, respectiv rezistența specifică pe km a liniei).

$\Delta U_T = \frac{N1, r_T \cos \varphi}{U}$ căderea de tensiune în linia trifazică; (14)

$\Delta U_M = \frac{2N1\, r_M \cos \varphi}{U}$ căderea de tensiune în linia monofazică.

Dacă densitatea de curent este aceeași în ambele linii, atunci raportul secțiunilor este, după cum s-a văzut:

$$\frac{S_T}{S_M} = \frac{1}{\sqrt{3}}$$

deci raportul rezistențelor va fi:

$$\frac{r_T}{r_M} = \sqrt{3}.$$

Raportul dintre căderile de tensiune este:

$$\frac{\Delta U_T}{\Delta U_M} = \frac{r_T}{2\, r_M} = \frac{\sqrt{3}}{2} = 0{,}87.$$

Deci, căderea de tensiune în linia monofazică va fi, pentru aceeași sarcină de transport și aceeași lungime a liniei, cu 15% mai mare decît în linia trifazică.

În cazul cînd se ia în considerare și căderea de tensiune inductivă, raportul de mai sus scade, însă pentru toate cazurile practice ce se întîlnesc în electrificările rurale, căderea de tensiune în linia monofazică nu depășește cu mai mult de 25% căderea de tensiune în linia trifazică.

II. Compararea liniilor trifazice și monofazice în ipoteza că secțiunea conductoarelor este limitată

Această a doua ipoteză reprezintă în momentul de față situația liniilor din țara noastră;

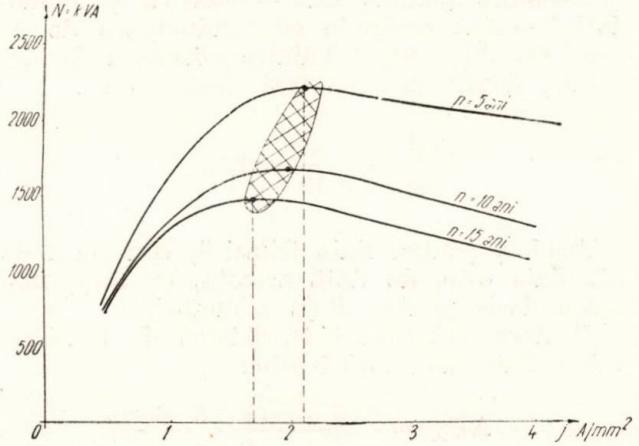


Fig. 5. Valoarea puterii transportate, în funcție de densitatea de curent, pentru condiția:
$C_T - C_M = n\ (E_M - E_T)$.

secțiunea este limitată, din punct de vedere mecanic, la minimum 25 mm² OL-AL.

Punînd condiția ca transportul să se efectueze la densitatea economică de curent, puterea

care se poate transporta pe o linie trifazică, respectiv pe o linie monofazică, este :

$$N_T = \sqrt{3}\ U.\ I\ = \sqrt{3}\ U\ .s_T\ .j_T =$$

$$= \sqrt{3} \times\ 15.25.2\ = 1300\ \text{kVA};$$

$$N_M = U.I. = U.s_M\ .j_M = 15.\ 25.2 = 750\,\text{kVA}.$$

Pentru valori ale puterii de transport mai mari decît 1 300 kVA, rămîn valabile cele precizate în capitolul precedent (II), transportul putîndu-se efectua la densitatea economică de curent, atît pe linia trifazică, cît și pe linia monofazică.

Între valorile 1 300 și 750 kVA *pe linia trifazică*, transportul se efectuează la o densitate mai mică decît densitatea economică de curent.

După cum se arată în cele ce urmează, momentele de transport care intră în joc la electrificările rurale pentru liniile de derivație nu impun secțiuni de conductoare mai mari de 25 mm² OL-AL. Pentru această secțiune, impusă din punct de vedere mecanic în prezent, diferența de investiții între linia trifazică și monofazică devine apreciabilă :

$$C_T = 50\,000 + 400\ .\ 25 = 60\,000$$

$$C_M = 43\,000 + 290.\ 25 = 50\,000$$

$$C_T - C_M = 10\,000\ \text{(lei/km)}$$

Spre deosebire de cazul precedent, această diferență maximă a investiției se păstrează aceeași pentru orice valoare a puterii de transportat și bineînțeles, că afectează în favoarea liniei monofazice și cheltuielile de exploatare anuale.

Deoarece ambele linii — trifazică și monofazică — sînt echipate cu conductoare de 25 mm² OL AL, raportul dintre consumul de aluminiu, după cum s-a mai spus, va fi :

$$\frac{G_T}{G_M} = \frac{3.\ 25}{2.\ 25} = 1{,}5.$$

Așadar, pentru linia trifazică, consumul de aluminiu este, de data aceasta, cu 50% mai mare decît pentru linia monofazică.

Conform relațiilor (14), căderea de tensiune într-o linie monofazică este :

$$\Delta U_M = \frac{2N.l\ (r.\cos\varphi + X.\ \sin\varphi).}{U}$$

de unde momentul de transport :

$$M_M = N \times l = \frac{U\ .\ \Delta UM}{2(r.\ \cos\ \varphi + X.\ \sin\varphi)}$$

considerînd : $s = 25$ mm² OL AL ; $r = 1{,}25$ ohmi/km ; $x = 0{,}4$ ohmi/km ; $\cos\varphi = 0{,}8$; $\Delta U = 5\% = 750$ V (se consideră că 5% este căderea de tensiune pe tronsonul trifazic).

Deci :

$$M_M = N \times l = \frac{750 \cdot 15}{2(1{,}25 \cdot 0{,}8 + 0{,}6.0{,}4} = 4500\,\text{kVA km}.$$

Din studiile efectuate pentru electrificările unor zone rurale, s-a tras concluzia că sarcina specifică — considerînd consumatorii rurali și mici unități GAC și GAS — este de 10 kVA/km.

Luînd această valoare ca bază, se obține :

$$M_M = \frac{n\ .\ l^2}{2} = 4\ 500\ ;\ n = 10\ \text{kVA/km},$$

de unde :

$$l = \sqrt{2\ .\ 450}\ = \sqrt{900} = 30\ \text{km}.$$

Deci, puterea maximă care va trebui luată în considerare este :

$$N\ = 30.10 = 300\ \text{kVA}.$$

După cum se vede, chiar la aceste distanțe și puteri maxime admisibile din punct de vedere al căderii de tensiune, puteri și distanțe mult mai mari decît cele necesitate efectiv în practică, linia monofazică funcționează sub densitatea economică de curent. Aceasta demonstrează cît de neeconomic sînt utilizate liniile trifazice în asemenea cazuri, linii care au un moment de transport practic de două ori mai mare.

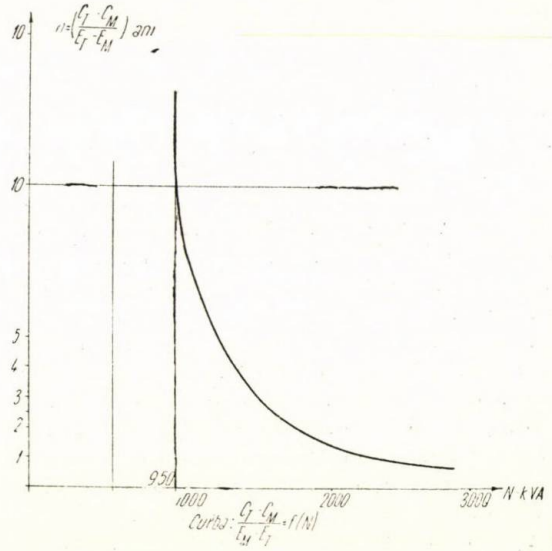


Fig. 6. Variația numărului de ani în care se amortizează diferența de investiție între cele două tipuri de linie funcție de putere, pentru linii cu conductoare OL AL de 25 mm².

Pentru ilustrare, s-a trasat curba $\frac{C_T - C_M}{E_M - E_T} = n = f\ (N)$ (fig. 6). Din curbă se vede că, pentru valoarea lui N egală cu 950 kVA, numărul de ani n (în care se amortizează investițiile mai

mari în linia trifazică) este infinit, iar pentru valoarea de 300 kVA — calculată mai sus — n este negativ. Din această curbă, se poate încă o dată vedea cît de avantajos este transportul pe linii monofazice în cazul secțiunilor de conductoare limitate din punct de vedere mecanic.

Concluzii

Din cele expuse mai sus, se pot desprinde următoarele concluzii principale :

— În condițiile actuale, cînd secțiunea conductoarelor este limitată din punct de vedere mecanic la 25 mm² OL AL pentru puterile și lungimile care intră în joc la derivațiile din liniile principale de 15 kV, apare ca net avantajoasă distribuția în sistemul monofazic atunci cînd condițiile speciale nu împiedică folosirea lui.

— În cazul folosirii conductoarelor speciale cu secțiunea mică de aluminiu, avantajele sistemului monofazic, atît din punctul de vedere al investițiilor, cît și din punctul de vedere al cheltuielilor de exploatare, scade, diferențele fiind prea mici pentru a se impune de la început. Urmează ca, prin studiile ce se vor face de la caz la caz, luîndu-se în considerare și alte elemente ca posturile de transformare, ușurarea rețelei de joasă tensiune prin înmulțirea posturilor de transformare etc. să se stabilească sistemul ce trebuie adoptat.

— Pentru o mai rațională folosire a investițiilor, se impune studierea și punerea în fabricație a conductoarelor speciale, de secțiuni mici, deoarece — după cum reiese din acest studiu — sarcinile specifice care apar la electrificările rurale nu justifică secțiunile de conductoare folosite în momentul de față, secțiuni limitate numai din punct de vedere mecanic.

— Ca o linie generală, pentru eșalonarea investițiilor se recomandă studierea de la caz la caz a oportunității folosirii în prima etapă a sistemului monofazic pe liniile rurale, lăsîndu-se posibilitatea ca — în viitor — să se treacă la sistemul trifazic, fie prin montarea celui de-al treilea conductor, fie prin trecerea la o distribuție DCP (două conductoare pămînt) acest sistem fiind foarte avantajos și economic pentru rețelele mici de electrificări rurale locale.

Bibliografie

[1] Gh. Gheorghiu — Dej : *Raportul de activitate al Comitetului Central al Partidului Muncitoresc Romîn la Congresul al II-lea al Partidului*, ESPLP București (1955).

[2] Budzco I. A. : *Rețele electrice rurale* (Selischie elektriceschie seti) Selihozghiz, Moscova (1955).

[3] Zladcovski A. P. și Gostov V. A. : *Posturi de transformare pe stîlpi*, Traducere din limba rusă după ediția 1950, EES (1953).

[4] Zlatcovski A. P. : *Echipamentul electric al instalațiilor electrice rurale* (Electrooborudovanie selischih electriceschih ustanovoc), Selihozghiz (1953).

[5] Gheorghiu N., Militaru P : *Sistemul de distribuție a energiei electrice două conductoare pămînt.* Primele rezultate ale aplicării acestui sistem în R. P. R. Energetica și Hidrotehnica, nr. 11/12 (1954), pag. 371—381.

[6] Militaru P. : *Sistemele de distribuție în înalt a tensiune pentru electrificările rurale.* Raport nr 6-A-6 prezentat la Consfătuirea „Electrificarea agricolă și rurală în R. P. R.", Buc. (1958).

[7] Avramescu A. : *Noi tipuri de conductoare din* OL AL *pentru distribuții rurale*, Studii și Cercetări de Energetică nr. 27 (1957) nr. 2.

[8] Avramescu A. : *Conductoare din* OL AL *în rețelele rurale*, Electrotehnica V (1957) nr. 2, pag. 37—42.

[9] Edmunds W. și Crann L. : *Experiențe cîștigate cu sistemul de* 14, 4/24, 9 kV *în distribuțiile rurale* (Operating experience with 14,4/24,9 kV as a rural distribution voltage), Transaction of the AIEE (1956), vol. III pag. 31—34).

[10] Pansini A. : *Tensiuni primare de distribuție superioare*, (Higher voltage primary distribution), Transaction of the AIEE (1956), vol. III. pag. 706—712.

[11] Budzko I. A. : *Asupra numărului posturilor de transformare în sate.* („O cisle transformotorvîh punctov v selenia") „Mehanizația i electrificații socialisticescovo seliscovo hoziastvo nr. 1 (1956), pag. 42—44.

[12] Sayles E. V. : *Folosirea tensiunilor de distribuție mai mari de* 4 kV (Use of distribution voltages above 4 kV), Transaction of the AIEE (1956) vol. III, pag. 106—108.

[13] Touzé J. : *Alimentarea fermelor izolate printr-o rețea de distribuție a energiei electrice.* (Alimentation par un réseau de distribution d'énergie électrique des fermes isolées), Bull. SFE nr. 111 dec. (1950), pag. 587—594.

[14] O. N. U. Comisiunea economică pentru Europa : *Rapoartele și discuțiile rapoartelor asupra electrificării rurale*, Geneva, mai 1953.

621.311.24.002

Agregate eoliene proiectate în țară

ANATOL CARABULEA *) — București

Se arată stadiul de cercetare și proiectare a grupurilor electroeoliene din R.P.R. descriindu-se sumar agregatele eoliene în curs de realizare la Institutul de Cercetări pentru Electrificarea Agriculturii.

Recenta consfătuire cu tema „Electrificarea agricolă și rurală în R.P.R." a pus în discuție printre altele și problema folosirii energiei eoliene pentru producerea curentului electric și alimentarea cu energie electrică a consumatorilor rurali.

Din referatele prezentate rezultă că în țara noastră sînt regiuni bîntuite de vînturi a căror viteze sînt cuprinse între 1,8 pînă la 15 m/s.

*) Ing. A. *Carabulea* este asistent la Institutul Politehnic București.

În privința regimului eolian, atlasul eolian întocmit de Institutul Meteorologic Central arată că pentru partea de est a țării, adică pentru o zonă delimitată de o linie care merge de-a lungul Siretului, apoi spre sud prin Făurei pînă la Oltenița există vînturi care pot fi utilizate cu succes pentru electrificarea satelor.

De pildă vînturi cu viteze de 1,8—7,5 m/s, la Cotnari, Iași, Bîrlad, Tecuci, Ciulnița, Sulina sînt utilizabile circa 50 % din an, iar vînturi cu viteză de 7—15 m/s pot fi utilizate în aceleași regiuni circa 20 % din an.

În părțile de vest ale țării dincolo de munții Apuseni și chiar pe podișul Transilvaniei bat vînturi cu 1,8 — 7,5 m/s, aproape 75 % din an, iar cele cu viteză de 7,5 — 15 m/s se fac simțite 8 % din an.

Datele prezentate privind vitezele vînturilor din țara noastră au la bază măsurători efectuate pe o perioadă de 10 ani. Înregistrarea vitezei vînturilor s-a făcut cu ajutorul instrumentului cu giruete Wild care se instalează de obicei la înălțimea de 7—8 m deasupra solului. În cazul cînd măsurătorile vitezei vînturilor se vor face cu ajutorul contoarelor eoliene rezultatele vor fi mult mai concludente, ceea ce va demonstra că folosirea energiei vînturilor pentru producerea curentului electric se arată a avea suficiente posibilități și perspective.

Pînă în prezent în țara noastră energia vînturilor se folosește pentru morile de vînt destinate măcinării produselor agricole și la punerea în funcțiune a roților eoliene pentru pomparea apei necesare irigărilor.

In anii puterii populare problema folosirii motoarelor eoliene ca sursă de producere a energiei electrice a început să preocupe pe specialiști, care printr-o serie de studii încearcă să pună bazele utilizării cît mai dezvoltate și mai complexe a energiei vînturilor. Astfel, la Institutul Politehnic București se fac proiecte și studii care adîncesc modul de proiectare a elementelor unei instalații electroeoliene. La Institutul de Mecanică Aplicată se lucrează la perfecționarea profilelor de paletă ale motorului eolian, iar la Institutul pentru Electrificarea Agriculturii din București și Institutul Agronomic Timișoara se lucrează la realizarea unor grupuri eoliene destinate electrificării agriculturii.

Astfel la Timișoara s-a proiectat un motor electroeolian pe care ing. L. Rusu l-a prezentat în cadrul consfătuirii [1]. În ceea ce privește prototipul de motor eolian proiectat la Timișoara instalația comportă 5 părți: rotorul sau elicea cu un număr de patru palete, carcasa motorului, coada de direcție, regulatorul de turație și stîlpul de susținere. Grupul electroeolian are diametrul roții motoare de 4 m, poate debita 0,5 kW la turația de 100 rot/min pentru vînt de 5 m/s. Paletele elicei au fost confecționate din aluminiu de 2 mm grosime, întrucît prezintă avantajul unei greutăți reduse, un randament bun și un cuplu mic la pornire Carcasa cu diametrul 0,2 m, lungă de 1 m este turnată dintr-o singură bucată din aluminiu și se rotește în jurul generatorului electric prin intermediul a doi rulmenți pivoți pe care se sprijină. Generatorul este de curent continuu și debitează sub o tensiune de 24 V la o turație de 600 rot/min. Cuplarea elicei cu generatorul se realizează prin intermediul roților dințate cu raport de transmisie de 1/6. Coada de direcție a grupului eolian este în formă de săgeată și are 3 m lungime; cu ajutorul acesteia motorul eolian este dirijat perpendicular pe direcția vîntului. Pentru a se realiza o turație și o tensiune constantă la bornele generatorului s-a căutat să se adopte motorului eolian un sistem de reglare a turației. Sistemul de reglare a turației se compune dintr-un automat hidropneumatic comandat de relee electrice. Acest dispozitiv acționează asupra pasului grupului eolian modificîndu-l în funcție de viteza vîntului.

Automatul cîntărește 5 kg și este situat în partea posterioară a carcasei motorului eolian. Motorul eolian proiectat pentru prima dată în țară a fost experimentat pentru viteza vîntului de 5 m/s, fiind așezat pe un stîlp înalt de 15 m deasupra solului. Astfel, s-a înregistrat la o turație de 100 rot/min, o putere de 0,45 kW, pierderile cifrîndu-se la 0,05 kW, iar randamentul atingînd 75 % față de 80 % cît fusese calculat inițial.

Motorul eolian descris își modifică direcția după vînt în 6 s, pornește în gol pentru o viteză a vîntului de 0,3 m/s, iar în sarcină la 2 m/s.

Același colectiv din Timișoara mai lucrează și la proiectarea a încă două grupuri, unul de 100 kW și altul de 500 kW. Motorul eolian de 100 W va fi înzestrat cu un generator electric de curent continuu asemănător cu cel de la bicicletă. Elicea va avea paletele executate din lemn de 0,5 cm grosime. Costul unei astfel de instalații eoliene este de 1 500 lei, iar dacă s-ar fabrica în serie ar costa 500 lei bucata. Acest cost de producție redus ar permite populației de la sate să cumpere motorul eolian cu ajutorul căruia vor alimenta aparatul de radio. După cum rezultă din referatul prezentat la consfătuire de ing. L. Rusu, întreg ansamblul, aparat de radio plus motor eolian, s-ar putea cumpăra la un preț de 1 000 lei.

Din discuțiile purtate în cadrul consfătuirii rezultă că puterea de 500 kW pentru un motor electroeolian nu se recomandă pentru condițiile și regimul de vînturi din țara noastră.

Proiectarea și construirea de motoare eoliene care să alimenteze consumatorii rurali constituie o preocupare susținută și a colectivelor de specialitate din cadrul Institutului pentru Electrificarea Agriculturii din București. Astfel, la acest institut s-a construit un agregat electroeolian de mică putere destinat iluminatului remorcelor dormitor cu care sînt dotate briga-

zile de tractoare în timpul campaniilor agricole. Elicea motorului eolian denumit D—2 are diametrul de 2 m, posedă o singură paletă care este echilibrată cu contragreutăți și este pusă în mișcare de vînturi cu viteze de 3 m/s. Agregatul eolian este înzestrat cu un generator electric de 50 W care la o viteză medie lunară a vîntului de 5 m/s produce 24 kWh, acoperind consumul unei locuințe individuale.

Pentru alimentarea cu energie electrică a motoarelor electrice care acționează mașinile agricole din unitățile socialiste, pentru luminatul interior și exterior, pentru încălzirea apei necesare fermelor zootehnice se proiectează un agregat eolian D—10. Elicea cu diametrul 10 m va avea 3 palete. Motorul eolian va produce anual pentru o viteză medie a vîntului de 3 m/s circa 12 000 kWh.

Agregatele electrice eoliene sînt înzestrate cu generatoare de curent continuu și înlesnesc transportul energiei la consumatori apropiați de instalație. În cazul unor consumatori mai depărtați, curentul continuu nu poate fi distribuit pe o rază mai mare. Pentru a răspîndi utilizarea motoarelor eoliene este necesară înzestrarea lor cu utilaj care să facă posibilă producerea curentului alternativ.

Astfel, în cadrul consfătuirii ing. I. Solomon a propus un dispozitiv pentru invertirea curentului continuu produs de generatorul electric în curent alternativ. Grupul electroeolian proiectat are o putere de 15 kW și debitează prin intermediul invertorului mecanic sub o tensiune trifazată de 3 × 125 V [2].

Deși generatorul produce curent continuu, grupul debitează curent alternativ deoarece invertorul mecanic realizează o autonomie a consumului de energie independent de variația vitezei vîntului, asigurînd o frecvență constantă și o tensiune constantă la bornele instalației producătoare de curent alternativ. Invertorul mecanic a fost realizat de Intreprinderea „Klement Gottwald" București. El se rotește la o viteză constantă cu ajutorul unui motor sincron alimentat de la rețeaua pe care debitează grupul eolian. Pentru ca grupul eolian să poată funcționa și independent de rețea este suficient ca motorul care rotește invertorul mecanic să poată funcționa ca motor sincron alimentat de la rețea, iar în cealaltă parte să aibă un colector pentru funcționare ca motor de c.c.

Grupul eolian D—18 realizat în țară are diametrul roții de vînt de 18 m și funcționează la viteze ale vîntului de 5—7 m/s. Din datele prezentate în referatul ing. I. Solomon rezultă că grupul se amortizează în 13 ani și jumătate dacă funcționează la viteze de 5 m/s; în 8 ani și jumătate dacă funcționează la viteza vîntului de 6 m/s și în numai cinci ani dacă viteza vîntului este de 7 m/s. În toate soluțiile prezentate instalația se amortizează într-un număr de ani mai mic ca 15, durată luată în considerație la calculele economice. Întrucît instalațiile eoliene servesc ireproșabil un număr de ani mai mare decît cel luat în considerație de ing. Solomon rezultă că grupurile electroeoliene de putere medie sînt economice și se recomandă pentru electrificarea agriculturii.

Pentru a se arăta cantitățile de material necesare la construirea un grup electroeolian de tipul descris vom specifica că motorul eolian D—15 construit de sovietici cu o elice cu patru aripi de 15 m diametru a preluat13 m³ lemn și 740 kg fierărie. Totodată grupul este confecționat cu manoperă meșteșugărească în ateliere rurale.

În exploatarea grupurilor electrice eoliene o deosebită atenție trebuie dată invertorului mecanic, care se așază între generator și rețeaua electrică, și bateriei de acumulatoare. Pentru a nu permite descărcarea bateriei spre dinam cînd tensiunea dată de generatorul electric este mai mică ca a bateriei, se montează un conjunctor-dijunctor, acesta permițînd trecerea curentului numai dinspre generator spre baterie și nu invers, astfel se elimină pericolul de ardere a generatorului electric.

Bateria de acumulatoare servește ca: divizor de tensiune, rezervor de energie, menține tensiunea constantă la bornele instalației, acționează la vînt slab generatorul electric în regim de motor, permițînd astfel ca instalația eoliană să pornească la o viteză a vîntului mai mică decît cea nominală. Randamentul bateriei este bun cînd descărcarea urmează imediat încărcării. Încăperea în care se așază bateria trebuie să fie la 20—25 m depărtare de grupul eolian, iar temperatura camerei să nu scadă sub +5°C. Bateria se încarcă pentru prima dată la vînt stabil, cu un curent egal cu 1/20 din capacitatea acumulatorului care se reglează cu ajutorul unui reostat așezat în serie cu bateria de acumulatoare. Prima încărcare durează 48 de ore pînă ce acumulatoarele încep să fiarbă, adică pînă ce tensiunea pe fiecare element atinge 2,6—2,7 V. După un repaus de o oră încărcarea continuă. Asemenea pauze de o oră se fac pînă cînd, punînd în circuit toate elementele bateriei, acestea vor fierbe simultan. În acest caz bateria de acumulatoare este complet încărcată. După sfîrșitul primei încărcări, bateria se lasă în repaus timp de 2 ore și după aceea se descarcă la un curent egal de 1/10 din capacitatea acumulatorului pînă la tensiune de 1,8 V pe element. Bateria descărcată se lasă din nou în repaus 2 ore după care se încarcă la curent normal pînă ce tensiunea pe element ajunge la 2,6—2,7 V. După aceasta bateria poate fi pusă în regim de lucru. La formarea bateriei cu ajutorul motorului eolian prima încărcare a bateriei se face numai la vînt perfect stabilit, care poate asigura întreruperea necesară și continuarea încărcării.

Cu toate îmbunătățirile aduse agregatelor eoliene proiectate în țara noastră, totuși la captarea energiei eoliene mai rămîn o serie de probleme de studiat ca : găsirea unui sistem de acumulare a energiei care să fie economic și practic, găsirea unor palete cu profil aerodinamic, adoptarea generatoarelor sincrone sau proiectarea unor dispozitive simple, eficace și economice care să asigure o turație constantă a generatoarelor electrice independent de variația vitezei vîntului.

Construcția pe scară întinsă în mediul rural a motoarelor electrice eoliene proiectate în cadrul Institutului de specialitate pentru Electrificarea Agriculturii din București și Institutul Agronomic Timișoara este justificată pe de o parte prin existența în țara noastră a unui regim eolian propice funcționării agregatelor eoliene, ceea ce va aduce o economie importantă în cadrul planului de electrificare atît de combustibil cît și de forță de muncă, iar pe de altă parte prin posibilitatea alimentării consumatorilor rurali va contribui la electrificarea continuă și susținută a regiunilor agricole, care nu pot primi pe altă cale energia electrică.

Bibliografie

[1] Rusu Liviu, ing. și colectiv, Institutul Agronomic Timișoara, referat : *Contribuții la captarea energiei eoliene*, București (1958), pag. 1—10.

[2] Solomon I., ing., Institutul de Energetică al Academiei R.P.R., referat : *Electrificări agricole și rurale prin microcentrale eoliene*, București (1958), pag. 1—29, 15 ref. bibl.

DOCUMENTARE

Energetica generală

Hidroenergetica Republicii Populare Polonie Zmigrodskii Z., *Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo*, 27, (1958), nr. 4, pag. 5—10.

621.311.21 : 620.91(438)

După război producția de energie electrică a R.P. Polone a crescut foarte mult de la 5,8 TWh în 1946 la 17 TWh în 1956 ceea ce reprezintă o creștere medie anuală cu 13,5%. Pînă în 1970 necesarul de energie va crește la 86 TWh.

După ce analizează și grupează principalii consumatori energetici din Polonia, autorul trece la analiza resurselor hidroenergetice ale țării. Potențialul hidroenergetic este evaluat la 20 TWh/an. Acest potențial este în general răspîndit la numai circa 1 000 km din riurile țării, avînd puteri unitare peste 500 kW/km. Din potențialul hidroenergetic brut se consideră utilizabil în mod economic 70—75% adică 13,3 TWh/an, exceptînd uzinele rurale.

Făcînd o comparație cu centralele termoelectrice autorul ajunge la concluzia că centralele hidroelectrice construibile în Polonia sînt în general scumpe, prețurile energiei hidroelectrice fiind de același ordin de mărime cu cele ale energiei din C.T.E. Din acest motiv se preconizează în special execuția centralelor hidroelectrice în amplasamentele depărtate de zăcămintele de cărbuni.

Centralele hidroelectrice trebuie astfel construite încît să funcționeze ca centrale de vîrf preluînd vîrfurile a căror acoperire ar necesita investiții prea mari în centrale termoelectrice.

E. *a.f.*

Cîteva date asupra energeticii în Iugoslavia Burstein B. I., Serbinovski G. V., *Elektroenerghiia*, 9 (1958), nr. 1, pag. 26—28 (R.P. Bulgaria).

621.311.1. (497.1)

Resursele hidroenergetice ale Iugoslaviei sînt evaluate la 16,5 GW, iar producția de energie la 66 TWh/an. Utilizarea acestor resurse este neglijabilă, atingînd abia 4%. Resursele se împart în modul următor :

— Bazinul Mării Negre (Dunărea, Sava, Drava, Drina, Morava), 43 TWh/an — 10,4 GW ;

— Bazinnl Mării Adriatice (Țetina, Neretva, Socea) ; 19, TWh/an — 4,9 GW ;

— Bazinul Mării Egee (Vardar) 4 TWh/an — 1,2 GW.

Producția de energie a crescut foarte mult în ultimul timp ; principalele date ale acestei creșteri sînt prezentate în tabela 1.

Tabela 1

Anul	Producția anuală de energie (în GWh)		
	hidroelectrică	termoelectrică	Total
1946	478	672	1 150
1955	2 400	1 800	4 200
1965 (planificat)	11 000	4 000	15 000
1975 (planificat)	18 000	6 000	24 000

Majoritatea centralelor construite în ultimul timp sînt hidroelectrice ; cele mai importante fiind : Zvornik 42 MW, Vrla I 24 MW, Vrla II 11 MW, Miniațka 12 MW, Medvode 8 MW, Iablanița 72 MW, Iaițe II 10 MW. Dintre cele termoelectrice construite pot fi amintite : Soștan 60 MW, Kakan 64 MW etc.

E *a.f.*

Un cazan de abur de 1700 t/h pentru rețeaua electrică engleză Lenel, K. R., *BWK*, 10 (1958), nr. 5, pag. 231.

621.181

Calculele și experiența demonstrează că prin mărirea puterii unitare a blocurilor, costul specific pe kW instalat scade într-atît, încît permite compensarea creșterii generale a prețurilor. Astfel pentru o unitate de 550 MW ce se va instala în Anglia, costul pe kW instalat este de numai 65% din cel în cazul folosirii unor unități de 60 MW. În plus, un astfel de bloc nu ocupă decît 50% din spațiul necesar mai multor blocuri mici.

Din cauza lipsei de apă de răcire, se merge acum în Anglia spre concentrarea puterii în cîteva centrale foarte mari. Astfel, sînt în construcție CTE de 1000 MW constînd din 5 blocuri de cîte 200 MW.

Constatîndu-se că prin răcirea cu apă a statorului și cu hidrogen a rotorului puterea generatoarelor electrice poate fi ridicată de la 200 la 275 MW, s-a hotărît construirea de grupuri de 550 MW cu două generatoare antrenate de aceeași turbină. Două din aceste grupuri urmează a fi montate în

noua centrală Thorpe Marsh. Fiecare grup este alimentat de cîte un cazan de abur de 1700 t/h la 165 at 568/568°C şi 257°C temperatura apei de alimentare. Camerele de ardere — două pe cazan — au o lăţime de 21 m, la o lungime de 8,5 m şi 30 m înălţime. Cu toate că se va arde cărbune cu 6—30% cenuşă şi 4—20% apă, randamentul cazanului este garantat cu 90% pentru cele mai grele condiţii.

Centrala care la 1100 MW va consuma 2,5 mil. t. de cărbune pe an urmează a intra în funcţiune în 1963.

E *i.s.*

Centrala cu turbine cu gaze de la Fiumicino. *Ingegneria ferroviaria* 13 (1958), nr. **1**, pag. 91.

621.311.22 : 621.438

În apropiere de Roma, la Fiumicino se construieşte o centrală termoelectrică cu turbine cu gaze, destinată a funcţiona ca centrală de vîrf. La o putere nominală a grupului de 32 MVA şi o durată de utilizare de 3000 ore pe an, turbina cu gaze a reieşit mai economică decît o centrală termoelectrică cu abur. Randamentul termic al instalaţiei este de 22—24%. Un al doilea grup este prevăzut a se monta mai tîrziu.

E. *i.s.*

Termoenergetica

Scurtarea timpului de pornire a turbinei V. P. T. — 25 — 3 I v a n o v F. V., *Teploenerghetica* (1958), nr. **6**, pag. 91—92 2 diagrame.

621.311.22

Se arată efectele obţinute : scurtarea timpului de pornire cu 44% — reducerea consumului de abur la pornire — micşorarea pierderilor de condensat prin drenaj etc.

Pentru aplicarea metodei au fost executate următoarele modificări în schema termică :

— din conducta de abur de 29 at care alimentează turbopompele de alimentare s-a luat abur pentru turbopompa de ulei şi pentru ejectoare ;

— din priza industrială de 6 ata s-a luat abur pentru etanşări.

Pentru a obţine la presiunea aburului de 29 at plinul debit al turbopompei de ulei s-a mărit diametrul ajutajelor de la 4,5 mm la 5,6 mm.

Ca detalii la metoda de pornire se menţionează : după învîrtirea cu virorul şi uşoară încălzire cu aburul ce scapă prin labirinţii de etanşare se introduce abur în turbina la 30 at şi circa 300°C. Faza de încălzire la viteza redusă este scurtată, în schimb se prelungeşte durata de încălzire la sarcina de 2—7 MW.

Interesant este că la repornire după opriri scurte de 4—5 h, cu noua metodă de pornire, au dispărut vibraţiile ce aveau loc înainte.

Ritmul de creştere a temperaturii aburului în supapa automată nu depăşeşte 6°C/min.

Regimul de temperatură a lagărelor axiale ale turbinelor de abur şi siguranţa lor de funcţionare E. V. T r i f o n o v şi S. L. I a m p o l s k i. *Electriceschie stanţii* nr. **3** (1958) pag. 23—27, 4 figuri.

621.311.22

Încercările făcute la fabrica de turbine din Kaluga cu lagăre axiale de diferite tipuri, atît în condiţii normale de funcţionare cît şi de avarie, celelalte condiţii de puritate a uleiului, spuma, temperatura etc. fiind cele din exploatare, au dus la următoarele concluzii :

1. Nu se confirmă existenţa unei temperaturi limite a suprafeţii segmenţilor cuprinse între 90°C şi 140°C. Cu presiune ridicată a uleiului şi o scurgere corectă a uleiului prin lagăr, s-a obţinut o funcţionare normală a lagărului la o temperatură de 180°C a muchiei de ieşire a segmentului (ceea ce corespunde unei sarcini unitare de 350—400 kg/cm²). În acelaşi timp avarieri de segmenţi au avut loc chiar la sarcini de ordinul 50 kg/cm² care corespund unei temperaturi a muchiei de ieşire de ordinul 80°C. Sarcina limită este determinată deci nu de atingerea unei temperaturi critice a filmului de ulei, ci în primul rînd de condiţiile de aducere a uleiului la segmenţi.

2. Dependenţa încălzirii segmenţilor de sarcina lor unitară nu este aceeaşi la diverse tipuri de lagăre sau la condiţii diferite de ungere şi diferă esenţial de cea de calcul.

În legătură cu aceasta, stabilirea împingerii axiale în funcţie de încălzirea segmenţilor este posibilă numai dacă se dispune de rezultate de încercări pe lagăre similare ; altfel temperatura segmenţilor poate servi numai la un control calitativ al repartiţiei uniforme a solicitării şi a schimbării direcţiei de împingere.

3. Temperatura filmului de ulei (în condiţii egale şi grosimea acestuia) depinde mult de intensitatea răcirii segmenţilor şi discului, precum şi de antrenarea uleiului încălzit de la segmenţii precedenţi (în special la lagărele mici cu viteze ridicate).

Regimul de temperatură al segmenţilor se ameliorează prin măsuri constructive şi uneori şi prin creşterea debitului de ulei.

E *c.d.*

Grup turbogenerator de 550 MW. *The Engineer* (1958), nr. **5337**, pag. 706—707,3 foto.

621.311.22

Central Electricity Generating Board a comandat firmei C. A. Porhous-Anglia, un grup turbogenerator de 550 MW, 165 ata şi 550°C. Această unitate va fi construită pe două axe aşezate în continuare, fiecare cu patru corpuri de turbină antrenînd cîte un generator de 275 MW 18 kV 50 Hz, cos φ 0,85 şi 3 000 rot/min cu rotorul răcit cu hidrogen la presiunea de 3 ata.

Construirea unei asemenea unităţi va deveni posibilă prin răcirea directă a înfăşurării statorului, folosind drept mediu de răcire apă demineralizată care circulă prin conductorii formaţi din tuburi rectangulare de cupru. În acest fel generatorul va avea dimensiuni în limitele gabaritului care să permită transportul său.

Toate cele opt corpuri de turbină, cîte unul de înaltă presiune, unul de medie presiune şi două de joasă presiune la fiecare axă, vor fi cu flux dublu. Sînt prevăzute şapte prize intermediare pentru preîncălzirea la 250°C a condensatului care se întoarce la cazan.

Folosirea economică a turbinelor cu condensaţie şi prize. W a l t e r C h r. *Energietechnik* vol. 8(1958), nr. **3** pag. 123—127, 9 fig. 3 ref. bibl.

621.311.22

După o scurtă reamintire a procedeului repartiţiei optime a sarcinii pe grupuri cu condensaţie lucrînd în paralel, după criteriul egalităţii creşterii relative a consumului, se arată că acest procedeu nu poate fi folosit în cazul grupurilor cu condensaţie şi prize de abur şi se propune o metodă adecvată. Noua metodă poate fi aplicată atît grafic cît şi sub formă de tabele. Un ingenios aparat optic permite determinarea directă a repartiţiei optime, dacă diagramele corespunzătoare se întocmesc într-un anumit fel.

În încheiere se observă că cele mai mari cheltuieli nu sînt legate de aplicarea metodei însăşi, ci de instalaţiile de telecomandă necesare transmiterii la dispecer a mărimii puterilor electrice şi cantităţilor de abur extrase prin prize.

E *i.s*

Hidroenergetica

Epura bilanţului hidroenergetic în cazul utilizării complexe a debitelor. S v a n i d z e G. G. *Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo* 27, (1958) nr. **5**, pag. 41—44.

620.91.001.1

Epura bilanţului hidroenergetic constă în diagramarea produsului 9,8 Q funcţie de H unde H este altitudinea. În diagrama respectivă să separă diferite suprafeţe (reprezentînd energii), indicîndu-se modul de utilizare diferit al acestora.

Autorul arată că epura bilanțului hidroenergetic este un mod simplu de reprezentare a utilizării resurselor hidroenergetice, fiind foarte utilă la întocmirea planurilor de exploatare a apei.

Articolul are exemple care ilustrează modul de aplicare a metodei.

E *a.f.*

Posibilitățile unei utilizări complete a energiei hidraulice. Danišovič P. *Vodni Hospodarstvi* 8 (1958), nr. 2, pag. 45—47 (C. S. R.)

621.311.21 + 627.814

Plecînd de la profilul longitudinal energetic al unui rîu, în care reprezintă valoarea kW/km, autorul arată că în cazul centralelor baraj amenajate în trepte se pierde o cantitate din puterea teoretic disponibilă din cauza remuului lacului și indică modul în care se modifică profilul energetic. Notînd cu H_v căderea la baraj, ΔH_v diferența de cădere datorită remuului, H căderea totală amenajată (inclusiv remuul) astfel încît $H = H_v + \Delta H_v$ și t adîncimea normală a curentului, el reușește să construiască o diagramă în care reprezintă raportul $\Delta H_v/H$ funcție de t pentru diferite valori ale lui H_v cuprinse între 1—50 m.

În ultima parte a articolului, autorul aplică considerațiile făcute la centrala Birsfelden de pe Rin și la centralele de pe sectorul austriac al Dunării.

E *a.f.*

Căile de ieftinire și de scurtare a termenilor de punere în funcțiune a construcțiilor hidroenergetice. Loghinov, F. G. *Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo* 27, (1958) nr. 5, pag. 1—8

621.311.21.002.2

Conform prevederilor planului de perspectivă al U. R. S. S., producția de energie trebuie să atingă în 1972, 900 TWh ceea ce reprezintă de 4,3 ori producția din 1957. Acest program reprezintă un mare efort.

Pentru realizarea lui în condiții bune este necesară o analiză atentă a condițiilor de ieftinire și scurtare a timpului de execuție.

În privința nodului hidrotehnic trebuie urmărite următoarele tendințe:

— concentrarea clădirii centrale cu descărcătoare de ape mari și mărirea debitelor specifice evacuate de aceste descărcătoare pînă la 120 m³/s;

— concentrarea golirilor de fund în galeriile de deviere în timpul construcției;

— așezarea centralelor cît mai aproape de baraj și utilizarea unor galerii de fugă lungi fără presiune;

— așezarea pe același mal a tuturor construcțiilor de beton;

— organizarea execuției astfel încît să fie posibilă intrarea în funcțiune succesivă a agregatelor și concentrarea eforturilor în vederea pornirii primului agregat;

— construirea în prima urgență a lucrărilor pentru navigație (ecluze etc) și utilizarea lor pentru eventuala evacuare a viiturilor în timpul construcției.

În vederea micșorării volumului de lucrări se urmăresc următoarele tendințe:

— executarea în măsura maximă posibilă a barajelor în arc în regiunile de munte și a barajelor evidate în văile largi.

— utilizarea pe cît posibil a materialelor locale (anrocamente, pămînt).

Articolul conține numeroase date asupra indicilor centralelor și procentului diferitelor tipuri de lucrări din complexele hidrotehnice.

E *a.f.*

RECENZII

DVOSCHIN I. L.: Bobinele de reactanță secționate limitatoare de curent. Editura Energetică de Stat, Moscova-Leningrad, 1957.

621.318.423

Despre bobinele de reactanță secționate s-a scris și în literatura noastră de specialitate însă n-a apărut o lucrare de sinteză care să trateze unitar aspectele teoretice și practice ale bobinelor secționate.

Autorul pe lîngă lucrările de specialitate folosește și materialul de proiectare al TEP-Moscova, ceea ce dă lucrării mai multă valoare.

În lucrare se arată în prima parte unele particularități constructive ale bobinelor de reactanță secționate, schemele de conectare a acestor bobine la unele centrale din S. U. A., schemele echivalente și regimul de tensiune. În capitolul „Aplicarea bobinelor de reactanță secționate la stațiile coboritoare" se analizează diferitele scheme la care se renunță la bobine pe plecări prevăzîndu-se bobine secționate. Din comparațiile tehnico-economice rezultă că o astfel de stație comparativ cu una tip este mai economică cu 47%, lucrările de montaj sînt mai mici cu 75%, consumul de bare de aluminiu se reduce cu 65%, iar consumul de cupru cu 28%. De asemenea se realizează economii importante la volumul constructiv care se reduc de la 5 750 m³ la 2 000 m³. Pierderile de energie în cele două variante amintite sînt practic aceleași.

Constructiv schemele cu bobine de reactanță secționate prezintă importante avantaje provenite de la execuția stației de 6 kV sub formă de sală. Celulele sînt prefabricate de tip CRU.

În ultimul capitol se analizează posibilitatea aplicării bobinelor de reactanță secționate în schemele centralelor electrice. Propunerile autorului în acest domeniu prezintă interes, însă realizarea stațiilor de 6—10 kV, de pe lîngă centrale cu grupuri de 25—50 MW nu s-a făcut deoarece avantajele tehnico-economice nu sînt atît de evidente ca la stațiile coboritoare. Urmărind însă riguros scăderea permanentă a investițiilor pe linia proiectării, este necesar ca și acestor propuneri să li se acorde atenția necesară. Lucrarea înginerului Dvoschin pe lîngă scheme de principiu redă și realizarea constructivă, iar pe baza unei tabele comparative amănunțite stabilește avantajele propunerilor sale.

În anexă se dau datele tehnice ale bobinelor de reactanță secționate 2 × 2 000 A, 6 kV, 8% și 2 × 1 000 A, 6 kV, 12% fabricate la uzina „Cablul electric" din Colciughinsc.

Deși, în general, materialul prezentat a mai apărut, totuși lucrarea prezintă interes prin caracterul ei închegat, ceea ce o face utilă în munca de proiectare.

СОДЕРЖАНИЕ

*** * * Совещание на тему : „Сельскохозяйственная и сельская электрификация Р.Н.Р.“**, стр, 437

*** * * Порядок представления докладов на тему: „Сельскохозяйственная и сельская электрификация Р.Н.Р.“**, стр. 439

*** * * Рекомендации совещания на тему : „Сельскохозяйственная и сельская электрификация Р. Н.Р.“ от 6-8 марта 1958 г., Бухарест.** , стр, 440

I. Blum, Er. Bolchi, Fr. Barca M. Mihail şi Th. Piatkovski: **Рациональное энергетическое использование растительных отходов.**

Описываются различные возможности использования в качестве топлива камыша и растительных отходов, имеющихся в наличии в значительных количествах в Румынии.

Energetica VI (1958) nr. 10 стр. 442

A. Badea: **К вопросу определения мощности и типа сельских теплоэлектроцентралей в Р.Н.Р.**

Рассматривается вопрос сельских теплоэлектроцентралей в условиях Румынии и предлагается соответствующая шкала величин их установленной мощности. Установка сельских теплоэлектроцентралей рекомендуется лишь при наличии местных энергетических источников или в случае, если снабжение села из электросети энергетической системы не является экономичным.

Energetica VI (1958) nr. 10 стр. 449

S. Bogdan, Şt. Zarea: **Устройство маломощных гидроэлектрических станций для электрификации сел Р.Н.Р.**

В условиях Румынии является обоснованным устройство маломощных тидроэлектроцентралей для электрификации сел, главным образом в отдаленных районах, располагающих многочисленными возможностями, благоприятствующими их установке. Рекомендуется применение централей мощностью в пределах от 100 до 1000 квт. При этом необходимо учесть также устройство микроцентралей, мощностью менее 100 квт.

Energetica VI (1958) nr. 10 стр. 456

P. Militaru: **Высоковольтные распределительные системы для электрификации сел Р.Н.Р.**

В рамках работ по исследованию наиболее экономичных высоковольтных распределительных систем приводится характеристика обычной трехфазной системы, трехфазной системы с двумя проводниками — землей и совместного распределительного сифона. Прелагаются технико-экономические критерии по их применению и формулируется ряд выводов относительно высоковольтных распределительных сетей для электрификации румынских сел.

Energetica VI (1958) nr. 10 стр. 468

M. Stein, C. Petrescu: **К вопросу изучения однофазных и трехфазных распределительных систем при электрификации сел.** 481

Подвергаются технико-экономическому анализу однофазная распределительная система и определяются условия, в которых данная распределительная система обладает преимуществами по сравнению с трехфазной системой, а также отмечается область ее применения.

Energetica VI (1958) nr. 10 стр. 481

A. Carabulea: **Проектирование в Румынии ветряных электродвигателей.**

Указывается положение, в котором находится вопрос исследования и проектирования ветряных электроагрегатов в Румынии, причем дается краткое описание ветряных агрегатов, разрабатываемых Научно-исследовательским институтом электрификации сельского хозяйства.

Energetica VI (1958) nr. 10 стр. 487

ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 490
РЕЦЕНЗИИ стр. 492

INHALTSVERZEICHNIS

*** * * Tagung über landwirtschaftliche und ländliche Elektrizitätsversorgung in Rumänien,** S. 437

*** * * Verzeichnis der in der Tagung vorgelegten Berichte,** S. 439

*** * * Wortlaut der Resolution der Tagung für landwirtschaftliche und ländliche Elektrizitätsversorgung in Rumänien.** S. 440

I. Blum, Fr. Bolchi, M. Mihail, Th. Piatkowski : **Rationelle energiewirtschaftliche Verwertung von pflanzlichen Abfallstoffen.**

Die verschiedenen Verwertungsmöglichkeiten des Schilfs und vegetalischer Abfälle als Heizstoffe werden erörtert.

Energetica, VI (1958) H. 10, S. 442

I. A. Badea: **Betrachtungen über die Festlegung der Leistung und der Bautypen von ländlichen Wärmekraftwerken in Rumänien.**

Die Frage der ländlichen Wärmekraftwerke wird für die in Rumänien gegebenen Bedingungen untersucht und eine Stufung der eingebauten Leistung für diese vorgeschlagen. Die Anlage von ländlichen Wärmekraftwerken rechtfertigt sich nur für Gegenden , in denen örtliche Brennstoffquellen vorhanden sind und die Versorgung der Dörfer aus den Elektrizitätsversorgungsnetzen nicht wirtschaftlich gewährleistet werden kann.

Energetica, VI (1958) H. 10, S. 449

S. Bogdan und St. Zarea: **Anlage von Wasserkraftwerken geringer Leistung für ländliche Elektrizitätsversorgung.**

Die Anlage von Wasserkraftwerken kleiner Leistung für ländliche Versorgung ist durch die in Rumänien geltenden Bedingungen gerechtfertigt, insbesondere in den abgelegenen Gegenden, in denen zahlreiche entsprechende und vorteilhafte Ausbaumöglichkeiten bestehen. Es empfiehlt sich Wasserkraftwerke mit Leistungen zwischen 100 und 1000 kW zu errichten, wodurch die Versorgung mehrerer Dörfer erfolgen kann. Es wird eine Reihe von Massnahmen vorgeschlagen, zwecks Ausbau nach einem umfassenden Plan und Erzeugung der entsprechenden Maschinenausrüstung.

Energetica, VI (1958) H. 10, S. 456

P. Militaru: **Hochspannungsverteilusngssytheme für ländliche Elektritätsversorgung.**

Im Rahmen einer Untersuchung der wirtschaftlichsten Hochspannungssystheme für ländliche Elektrizitätsversorgung, wird auf die Eigentümlichkeiten der vorherrschenden dreiphasigen Netze, der dreiphasigen Netze mit zwei Leitern — Erde, und der gemischten Verteilungsnete eingegangen. Anschliessend werden Schlüsse über den Ausbau des Hochspannungsverteilungsnetzes für die ländliche Elektrizitätsversorgung des Landes gezogen.

Energetica, VI (1958) H. 10, S. 468

M. Stein und C. Petrescu: **Beiträge zur Frage der Ein- und dreiphasigen Verteilungsnetze für ländliche Elektrizitätsversorgung.**

Das einphasige Verteilungssysthem wird vom technischen und wirtschaftlichen Standpunkt untersucht, mit Erörterung der Vorteile gegenüber den dreiphasigen Netzen und der Grenzen in denen die Anwendung einersolchen Verteilung statthaft ist.

Energetica, VI (1958) H. 10, S. 481

A. Carabulea: **Rumänische Projekte von Windkraftanlagen.**

Bericht über die vom Forschungsinstitut für landwirtschaftliche Elektrizitätsversorgung entwickelten Projekte von Windkraftanlagen.

Energetica, VI (1958) H. 10, S. 487

DOKUMENTIERUNG, p. 490
BUCHBESPRECHUNGEN, p. 492

SOMMAIRE

* * * **Conférence de l'électrification agricole et rurale en Roumanie**, p. 437

* * * **Liste des rapports présentés à la conférence de l'électrification agricole**, p. 439

* * * **Resolution adoptée par la conférence de l'électrification agricole**, p. 440

I. Blum, Fr. Bolchi, Fr. Barca, M. Mihail Th. Piatkowski: **L'utilisation rationnelle des déchets végétaux, en vue de la production d'énergie.**
Les auteurs présentent différentes possibilités d'utilisation comme combustible, des roseaux et des déchets végétaux, qui se trouvent en grande quantité en Roumanie

Energetica VI (1958) No. 10 p. 442

I. A. Badea: **Considérations sur le problème de la puissance et du type des centrales thermo-électriques rurales en Roumanie.**
Analyse du problème des centrales thermo-électriques rurales dans les conditions spécifiques de la Roumanie. L'instalation de centrales électriques est justifié seulement où on dispose de ressources locales de combustible ainsi que dans les centres où l'alimentation ne peut être reliée de manière économique au réseau électrique du système.

Energetica VI (1958) No. 10 p. 449

S. Bogdan et St. Zarea: **L'aménagement d'usines hydro-électriques de faible puissance en vue de l'électrification rurale en Roumanie.**
Les conditions existantes en Roumanie justifient l'aménagement de centrales hydro-électriques de faible puissance pour l'électrification rurale. Il est indiqué d'adopter la solution de l'aménagement d'usines à puissance variant entre 100 et 1000 kW, pouvant assurer l'électrification d'un groupe de villages. Les auteurs proposent une série de mesures en vue l'execution d'un programme d'aménagements de cette espèce ainsi que les mesures à prendre pour assurer la fabrication de l'équipement nécessaire.

Energetica VI (1958) No. 10 p. 456

P. Militaru: **Systèmes de distribution á haute tension pour l'électrification rurale.**
En étudiant quelques systèmes économiques de distribution à haute tension, l'auteur présente les caracteristiques du système triphasé habituel, du système triphasé à deux conducteurs — terre et enfin un système mixte de distribution réseaux de distribution haute tension pour l'électrification rurale en Roumanie.

Energetica VI (1958) No. 10 p. 468

M. Stein et C. Petrescu: **Contributions á l'étude des systèmes de distribution monophasée et triphasée dans l'électrification rurale.**
Après avoir analysé, au point de vue technique et économique, le système de distribution monophasé, les auteurs établissent les conditions dans lesqueelles ce système de distribution offre des avantages par rapport au système triphasé ainsi que les limites entre lesquelles il est applicable.
Energetica VI (1958) No. 10 p. 481

A. Carabulea: **Projets de centrales éoliennes élaborées en Roumanie.**
Rapport sur les projets de centrales éoliennes élaborés par l'Institut pour l'électrification agricole.
Energetica, VI (1958) No. 10, p. 487

DOCUMENTATION, p. 490
COMPTES — RENDUS, p. 492

CONTENTS

* * *: **The Conference on agricultural and rural electrification in Roumania**, p. 427

* * *: **List of papers presented at the Conference on agricultural and rural electrification**, p. 439

* * *: **The resolution adopted by the Conference on agricultural electrification**, p. 440

I. Blum, Fr. Bolchi, Fr. Barca, M. Mihail, Th. Piatkowski: **Rational utilisation of vegetal waste as fuel.**
The article deals with some possibilities of using as fuel reeds and vegetal waste, existing in large quantities in Roumania.
Energetica, VI (1958) No. 10, p. 442

I. A. Badea: **Capacity and type of rural thermoelectric plants.**
The author examines the problem put by rural thermoelectric plants considering Roumania's specific conditions. He proposes also a scale of rated power dimensions for these stations. Finally, the author suggests that rural thermoelectric plants should be installed only when local fuel ressources are available or the center cannot be economically supplied by the electric network of the power system.
Energetica, VI (1958), No. 10, p. 449.

S. Bogdan, St. Zarea: **Low rated hydroelectric plants for rural electrification.**
In Roumania low rated hydroelectric plants for rural electrification is justified, especially in isolated regions, where numerous possibilities exist. The best solution to be adopted is the equipment of power stations rated between 100 and 1000 kW, which can supply electric power to a group of villages. Some measures are proposed in view of realising this program and of producing the necessary equipment.
Energetica, VI (1958) No. 10, p. 456.

P. Militaru: **High voltage distribution systems in rural electrification.**
Studying an economical high voltage distribution system the author presents the characteristics of: a usuel three phase system, a three phase system with two conductors-ground and at last a mixt distribution system. He shows then technical and economical criterions in view of their application and draws a series of conclusions about high tension distribution network to be used for Roumania's rural electrification.
Enrgetica, VI (1958) No. 10, p. 468.

M. Stein, C. Petrescu: **Contributions to a single phase and three phase distribution systems to be used in rural electrification.**
The authors analyze from a technical and economical point of view, the single phase distribution system and establish the conditions in which this system is superior to the three phase system and the limits of its applicability. They also consider the eventual using of a new type of steel — aluminium conductors with a reduced aluminium section.
Energetica, VI (1958) No. 10, p. 481.

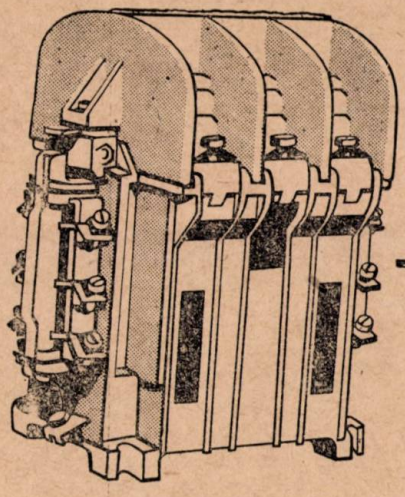
A. Carabulea: **Roumanian planing of windmill generators.**
Report on the windmill generators planed by the Institut for Agricultural Electrification.
Energetica, VI (1958) No. 10, p. 487.

DOCUMENTATION, p. 490
BOOK REVIEWS, p. 492

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

ESGO

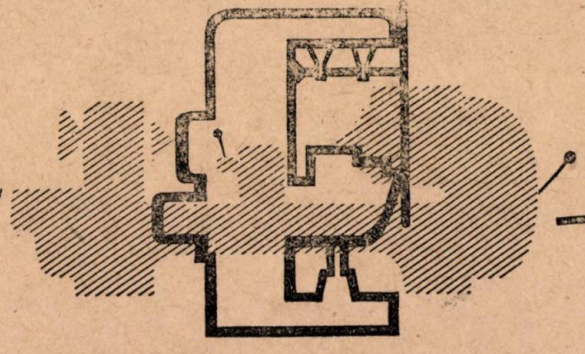
O noţiune pentru contactoare în aer de calitate



Şi în ţara Dv. se atribuie o deosebită importanţă ***AUTOMATIZĂRII.***

CONTACTOARELE ÎN AER DE 15 A, 25 A, şi ***40 A,*** recent perfecţionate de noi sînt executate pentru montarea în interiorul şi în afara maşinilor de tot felul ca contactoare de comandă şi putere pentru motoare, circuite de încălzire, de magneţi şi de iluminat, precum şi pentru comanda contactoarelor.

Putere de conectare mare
Durată de viaţă lungă
Frecvenţă de conectare mare
Gabarite foarte mici
Execuţie modernă
Montare şi întreţinere simplă.



VEB ELEKTROSCHALTGERÄTE OPPACH

(REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ)

LEI 5

E 2010

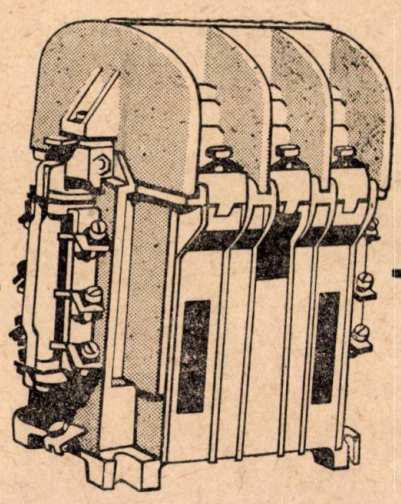
ENERGETICA

11

1958

ESGO

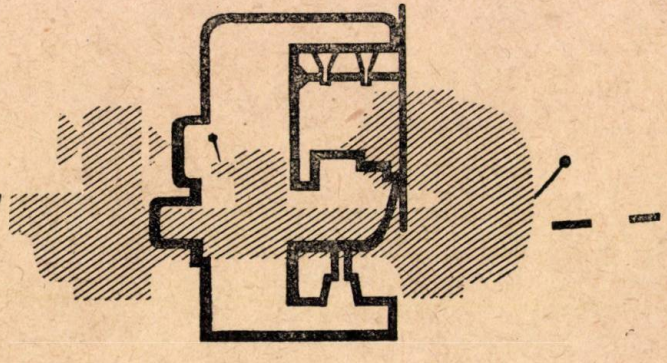
O noţiune pentru contactoare în aer de calitate



Şi în ţara Dv. se atribuie o deosebită importanţă ***AUTOMATIZĂRII.***

CONTACTOARELE ÎN AER DE 15 A, 25 A, şi ***40 A,*** recent perfecţionate de noi sînt executate pentru montarea în interiorul şi în afara maşinilor de tot felul ca contactoare de comandă şi putere pentru motoare, circuite de încălzire, de magneţi şi de iluminat, precum şi pentru comanda contactoarelor.

Putere de conectare mare
Durată de viaţă lungă
Frecvenţă de conectare mare
Gabarite foarte mici
Execuţie modernă
Montare şi întreţinere simplă.



VEB ELEKTROSCHALTGERÄTE OPPACH

(REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ)

E 2039

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 11 NOIEMBRIE 1958

SUMAR

* * * : **Cea de a doua conferinţă internaţională a Naţiunilor Unite privind utilizarea energiei atomice în scopuri paşnice** 485

Gh. Colţ, M. Beldiman şi St. Marinescu: **Grosimi optime ale izolaţiei termice pentru conducte de termoficare urbană**. 486

C. Dinulescu: **Sistematizarea şi uniformizarea construirii arzătoarelor de gaze**. 493

P. Raşcu: **Schemele electrice ale serviciilor proprii din centralele nuclearoelectrice** 500

D. Corbaru: **Predeterminarea factorului de putere natural al întreprinderilor industriale** . . . 504

DIN EXPERIENŢA ÎNTREPRINDERILOR

L. Vaisman: **Aparate pentru ridicarea diagramelor vectoriale** 517

Gh. Miliţescu: **In legătură cu detectarea punerilor la pământ din circuitul rotoric al generatoarelor sincrone** 519

DOCUMENTARE 521

ERATĂ

Numerotarea paginilor continuă după pag. 508 cu pag. 517.

MŰSZAKI KÖNYVTÁR ORSZÁGOS 1883

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 11
NOEMBRIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R. ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
ÖBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - CHEHA

Cea de a doua Conferință Internațională a Națiunilor Unite privind utilizarea energiei atomice în scopuri pașnice

Geneva a găzduit între 1—13 septembrie 1958 a doua Conferință a Națiunilor Unite, consacrată aplicațiilor pașnice ale energiei nucleare. Conferința a întrunit 2 000 de delegați oficiali reprezentînd 56 de guverne și instituții ale ONU și 3 000 observatori din partea diferitelor organizații și firme comerciale. Domeniile dezbătute în cadrul ședințelor tehnice au cuprins fizica, chimia reactoarelor, radioizotopi, biologie, materii prime și tehnologia reactoarelor, cît și instalațiile realizate cu reactoare de cercetare sau energetice. La conferință au fost prezentate peste 2 200 rapoarte și referate.

Se impune a reține în primul rînd substanțiala creștere cantitativa și evoluția calitativa a materialului prezentat, imagine a rapidei dezvoltări de care se bucură acest nou domeniu al științei. O trăsătură importantă a fost aceea că s-a continuat și largit prezentarea de realizări științifice și tehnice ținute secrete, prezentare începuta la prima conferință. Aceasta poziție de colaborare științifică cordială va permite un progres mai rapid prin evitarea unor paralelisme și cheltuieli importante inutile, în cercetarea științifică.

Desigur ca printre temele de prim ordin s-a numărat aceea privitoare la aspectele fizice, tehnice și economice ale energiei nucleare bazată pe reacții de fisiune. În ultimul timp au intrat în funcțiune și au fost studiate sub aspectul exploatării, cîteva mari centrale atomoelectrice, printre care citam ca unitatea cea mai mare, primul grup de 100 MW al unei CAE de 600 MW în U.R.S.S.

Experiența dobîndită în exploatarea reactoarelor de cercetare și a celor energetice, permite să se tragă o prima serie de concluzii asupra aavntajelor și dezavantajelor tehnice, cît și economice ale fiecărui tip de reactor. Dat fiind încă numarul limitat al CAE construite pînă în prezent, nici una dintre țările constructoare de centrale nu poate spune ultimul cuvînt în privința tipului de reactor cel mai avantajos din toate punctele de vedere. Nu trebuie neglijata perspectiva pe care o oferă reactoarele cu moderator organic, ca și progresele constructive, de exemplu înlocuirea tecilor metalice de protecție pentru combustibilul nuclear prin teci ceramice.

O importanță deosebită o prezintă folosirea combustibilului nuclear, în afară de centrale electrice, la navigația marină și submarină. Delegația U.R.S.S. a prezentat date cu privire la spărgătorul de gheață „Lenin", care are trei reactoare cu apă sub presiune. Două dintre aceste reactoare cu o putere totala de 44 000 CP, acționează elicea navei, iar cel de al treilea este menținut în rezervă. La conferință au mai fost prezentate performanțele realizate de submarinul american „Nautilus".

Atacînd aspectele economice ale energiei nucleare, s-a ajuns la un acord că aceasta va ajunge mai ieftină decît energia obținută din surse clasice. Importante rezerve de uraniu și thoriu care depășesc de multe ori rezervele totale de cărbuni, au fost descoperite. De asemenea, tehnologia materialelor utilizate în tehnica nucleară, a progresat foarte mult. Persistă încă divergențe în ceea ce privește timpul în care costul energiei nucleare de fisiune va fi mai avantajos decît acela al energiei din izvoare clasice.

O altă problemă căreia i se acordă un interes major este aceea a degajării controlate a energiei nucleare din procese de fuziune. În ședința generală s-a prezentat ansamblul informațiilor obținute pînă acum în experiențele efectuate. In ședințele tehnice au fost expuse comunicări mai limitate asupra unor probleme teoretice sau experimentale. Problemele cele mai dificile privesc stabilitatea plasmei pentru un timp suficient de lung și evitarea pierderilor de energie. Posibilități interesante le oferă soluțiile realizate cu mașina sovietică tip OGRA sau cea americană de tip DCX. Savantul sovietic, acad. Artimovici, a prezentat la conferință un studiu complet asupra diverselor posibilități. Apare o deplină unitate de vederi asupra dificultăților pe care le prezintă rezolvarea diverselor probleme ridicate de cercetări, dar există divergențe în aprecierile relativ la timpul necesar pentru rezolvarea acestora, ele variind între 20 și 40 de ani. Se poate însă conchide asupra unui progres mai rapid dacă va exista o deplină colaborare internațională.

O atenție deosebită a fost acordată și aplicațiilor radioizotopilor în știință, tehnică, biologie și medicină, a caror varietate a crescut impresionant.

Caracterul pregnant aplicativ al conferinței nu a împiedicat expunerea unor importante realizari teoretice. Rezultate interesante și originale au fost expuse privind fizica particulelor elementare, datorită folosirii acceleratoarelor mari de particule. Prof. Weksler a prezentat cel mai mare accelerator în funcțiune, sincrofazotronul de 10 BeV de la Dubna, cît și primele rezultate obținute cu acesta privind interacția protonilor de mare energie cu nucleele atomice. In sesiune au fost prezentate și cercetările efectuate cu un accelerator în laboratoarele CERN, iar delegația franceză a comunicat intrarea în funcțiune a unui accelerator de mare energie la Saclay.

Un deosebit interes a stîrnit o comunicare a prof. Vornov prezentată de prof. Petuhov, privind rezultatele obținute cu ajutorul sateliților atrificiali ai pămîntului. S-a confirmat că la o înălțime de circa 1 000 km există un strat care conține o mare densitate de particule ionizante de mare energie.

Delegația R.P.R. la această conferință a avut o vie activitate. Șeful delegației, ing. Gh. Gaston Marin, președintele Comitetului pentru Energie Atomică, a expus ideile de bază privind rolul energiei nucleare în dezvoltarea energeticii de perspectivă a țării noastre. De deosebite aprecieri s-a bucurat lucrarea „Oscilațiile plasmei într-un cîmp magnetic exterior" a cercetătorilor Ciully și Voicu.

O contribuție importantă a adus savantul romîn acad. H. Hulubei și colaboratorii săi prin lucrarea „Asimetrii unghiulare în dezintegrarea $\pi \rightarrow \mu \rightarrow e$". Merită menționate și lucrările „Utilizările trasorilor radioactivi în exploatărie petrolifere", de ing. C. I. Peteu și „Întrebuințarea solvenților organici ca eluanți ai rășinilor cationice", de dr. S. Ionescu și colaboratorii.

Fără a intenționa o enunțare completă a celor mai importante concluzii, se poate totuși reține reliefarea uriașei dezvoltări a fizicii și tehnicii nucleare. Rămîne numai să se reafirme și mențină dorința spre un continuu progres și o utilizare a acestor cuceriri spre binele omenirii.

697.34

Grosimi optime ale izolației termice pentru conducte de termoficare urbană

GH. COLȚ, M. BELDIMAN și ȘT. MARINESCU *)

Se tratează problema alegerii grosimii optime a izolației termice pentru conductele de transport de apă fierbinte în condițiile termoficării urbane din R.P.R. Se dau valori ale grosimii optime a stratului de izolație termică pentru conducte de 50—700 mm diametru.

O problemă importantă în proiectarea rețelelor de termoficare urbană o constituie determinarea grosimii optime a stratului de izolație termică a conductelor.

Izolarea termică necorespunzătoare a conductelor de termoficare atrage după sine fie pierderi de căldură prea mari, fie investiții inițiale pentru izolație greu recuperabile.

Alegerea grosimii izolației conductelor de termoficare urbană se face pe baza calculelor tehnico-economice.

În articolul de față se analizează metoda de alegere a grosimii optime a stratului de izolație termică, aplicată prin înfășurare, a conductelor de termoficare urbană, amplasate în canale semivizitabile și nevizitabile.

Pentru determinarea grosimii optime a izolației conductelor de termoficare se folosește metoda cheltuielilor anuale minime. Aplicarea ei constă în căutarea minimului egalității :

$$I = m\,Q + p\,S + \Delta C - \Delta S \qquad (1)$$

unde :

I este suma cheltuielilor anuale, variabile în funcție de grosimea izolației termice, în lei/m.l ;

Q — pierderile anuale de căldură ale rețelelor termice, în kcal/m.l. an ;

m — costul căldurii, în lei/kcal ;

S — costul izolației (materiale și manoperă) în lei/m.l ;

p — cota de amortizare a investițiilor în izolația termică, în %/an ;

ΔC — cheltuielile anuale provenite din amortizarea instalațiilor suplimentare în CET, adică în instalații necesare livrării unei cantități de căldură, egală cu diferența pierderilor de căldură prin conductele izolate cu straturi de o grosime diferită față de pierderile de căldură prin conductele izolate cu straturi cu grosimea cea mai mare (luată ca bază) din seria de grosimi considerate, în lei/m.l ;

ΔS — cheltuielile anuale economisite datorită reducerii dimensiunilor canalului (deci a investițiilor) în cazul izolării conductelor în straturi de grosimi oarecare, față de dimensiunile canalului cu conducte izolate în straturi de grosime maximă, din seria celor considerate, în lei /m.l.

*) Ing. Gh. Colț este șef de proiect la Institutul de Studii și Proiectări Energetice. Ing. M. Beldiman și ing. St. Marinescu, sînt ingineri proiectanți la același institut

1. Pierderile de căldură prin izolația termică a conductelor

În linii mari, izolarea termică prin înfășurarea conductelor de termoficare se face astfel : peste lacul anticorosiv (sau alt material hidrofug-termostabil) cu care este acoperită conducta, se aplică rogojini de diferite grosimi de material izolant ; rogojinile se leagă în 3—4 locuri pe 1 m.l., cu sîrmă zincată de 2 mm diametru. Se înfășoară apoi o plasă de sîrmă cu ochiuri de 20×20 mm, diametrul sîrmei fiind de 2 mm. În sfîrșit, se aplică un strat protector de eternit cu grosimea de 10—15 mm, ca o tencuială peste plasa de sîrmă.

S-au considerat în calcul grosimile elementelor canalului de beton, tipizat de TEP Moscova, variind în funcție de diametrul conductei între limitele :

120—200 mm pentru pereții laterali ai canalului ;
60—200 mm pentru placa de acoperiș a canalului ;
100 mm pentru placa de fundație.

În cazul amplasării comune a celor două conducte, de ducere și de întoarcere, în același canal, determinarea pierderilor de căldură se va face ținînd seama de influența termică reciprocă a celor două conducte. În acest scop se calculează temperatura medie a aerului în canal [1]

$$t_c = \frac{\frac{t_{1\,med}}{R_1} + \frac{t_{2\,med}}{R_2} + \frac{t_0}{R_0}}{\frac{1}{R_1} + \frac{1}{R_2} + \frac{1}{R_0}},\ ^\circ C \qquad (2)$$

unde :

$t_{1\,med}$ este temperatura medie anuală în conducta de ducere, în °C ;

$t_{2\,med}$ — idem, în conducta de întoarcere, în °C ;

t_0 — idem, în sol la nivelul axelor conductelor, în °C ;

R° — rezistența termică la trecerea căldurii de la aerul din canal la aerul exterior, în h °C m/kcal ;

R_1 și R_2 — rezistența termică la trecerea căldurii de la agentul termic din conducta de ducere și respectiv de întoarcere, la aerul din canal, în h °C m/kcal.

1.1. Determinarea temperaturilor medii ale apei în conductele de ducere și întoarcere. Întrucît prin conductele de termoficare se transportă căldură atît pentru încălzire cît și pentru ventilație și scopuri menajere, se va determina temperatura medie anuală a apei în conducta de ducere și de întoarcere în funcție de numărul de ore de funcționare a conductelor, pentru utilizările de mai sus, la temperaturile medii din canal.

1.1.1. Temperatura medie anuală a apei în conducta de ducere. Temperatura apei în conducta de ducere se reglează la centrală și este dependentă de temperatura exterioară a aerului. Se admite că aceasta are o valoare medie la temperatura medie a aerului exterior în perioada de încălzire.

Din curba clasată a temperaturilor exterioare ale aerului pentru condițiile climatice ale unei regiuni date, se determină temperatura medie a aerului exterior pentru perioada de încălzire $t_{e\,med}$.

Temperatura medie a apei în conducta de ducere va rezulta din ecuația pierderilor de căldură ale clădirii echivalente cu capacitatea de transport de căldură a conductei de ducere (relația (4).

Pierderile de căldură Q_1 ale unei clădiri cu volumul V și cu o caracteristică termică de încălzire x vor fi:

$$Q_1 = xV(t_i - t_e), \text{ kcal/h} \qquad (3)$$

unde:

t_i este temperatura aerului în interiorul încăperii, în °C;

t_e — temperatura exterioară de calcul a aerului, în °C.

Căldura necesară înlocuirii pierderilor de căldură ale clădirii pentru perioada de vîrf (Q_2) va fi egală cu căldura transportată de rețelele termice la consumator, cu temperatura t_d în conducta de ducere și t_i în conducta de întoarcere

$$Q_2 = Gc(t_d - t_i), \text{ kcal/h} \qquad (4)$$

unde:

G este cantitatea de apă vehiculată în rețeaua de transport, în kg/h;

c — căldura specifică a apei, în kcal/kg °C.

La temperatura medie a aerului exterior pentru perioada de încălzire, pierderile de căldură ale clădirilor (Q'_1) vor fi:

$$Q'_1 = xV(t_i - t_{e\,med}) \text{ kcal/h} \qquad (3')$$

iar căldura necesară la consumator Q'_2 va fi:

$$Q'_2 = Gc(t_{d\,med} - t_{i\,med}). \qquad (4')$$

Dacă se neglijează pierderile în conductele de termoficare, se poate scrie din egalitatea ecuațiilor (3) cu (4) și (3′) cu (4′):

$$\frac{Q_1}{Q'_1} = \frac{Q_2}{Q'_2}$$

Înlocuind, se obține:

$$\frac{t_i - t_e}{t_i - t_{e\,med}} = \frac{t_d - t_i}{t_{d\,med} - t_{i\,med}} = \frac{t_d - t_i}{\Delta t_{med}}$$

unde:

$$\Delta t_{med} = \frac{(t_d - t_i)(t_i - t_{e\,med})}{t_i - t_e}. \qquad (5)$$

Din graficul de reglaj al temperaturii apei în conductele de termoficare rezultă temperaturile medii ale apei în conducta de ducere $t_{d\,med}$ și de întoarcere $t_{i\,med}$ la $t_{e\,med}$.

Aceste temperaturi corespund și cotei de apă pentru scopuri menajere în timpul iernii.

În timpul verii, conductele de termoficare transportă căldură numai pentru scopuri menajere la temperaturi constante ale apei t'_1 în conducta de ducere și t'_2 în cea de întoarcere.

Considerînd n = perioada de încălzire în ore și două întreruperi pe an ale funcționării rețelei termice a cîte Δn zile pentru reparații, numărul de ore pe an de funcționare a rețelei numai pentru alimentarea cu apă caldă pentru scopuri menajere va fi dat de relația (6):

$$n_1 = 8760 - n - 2 \cdot 24 \cdot \Delta n. \qquad (6)$$

Temperatura medie anuală t_1 a apei în conducta de ducere va fi dată de relația:

$$t_1 = \frac{n.t_{d\,med} + n_1 t'_1}{n + n_1} \qquad (7)$$

1.1.2. Temperatura medie anuală a apei în conducta de întoarcere. Cunoscîndu-se Δt_{med} după graficul de reglaj, a temperaturii în conducte, se determină $t_{i\,med}$ pentru perioada de încălzire astfel:

$$t_{i\,med} = t_{d\,med} - \Delta t_{med}.$$

Temperatura medie anuală t_2 în conducta de întoarcere se determină cu formula:

$$t_2 = \frac{n\,t_{i\,med} + n_1 t'_2}{n + n_1}. \qquad (8)$$

În fig. 1 se dă metoda grafică de determinare a temperaturii medii anuale în conductele de ducere și de întoarcere pentru trei grafice de reglare a temperaturii în conductele rețelelor de termoficare: 180/70, 150/70 și 130/70 °C, în ipoteza unei curbe clasate a temperaturilor exterioare ale aerului pentru orașul București.

La stabilirea temperaturii medii în conductele de termoficare din perioada de încălzire se fac unele aproximații în scopul simplificării, care nu influențează rezultatul final. Astfel, se consideră temperatura în conducta de ducere și de întoarcere în permanentă dependență de temperatura exterioară a aerului, în cazul reglării calitative, în timp ce în realitate, de la o anumită temperatură a aerului exterior, temperatura apei în rețea rămîne constantă,

reglîndu-se debitul de căldură prin intermitență.

În mod exact, temperatura medie anuală a apei în conducta de ducere și de întoarcere se determină planimetrînd suprafața de sub curba *1*, *2*, *3*, *4*, *5*, și respectiv *1'*, *2'*, *3'*, *4'*, *5'* și împărțind la numărul de ore de funcționare în timpul anului (fig. 1).

E x e m p l u : Determinarea aproximativă a

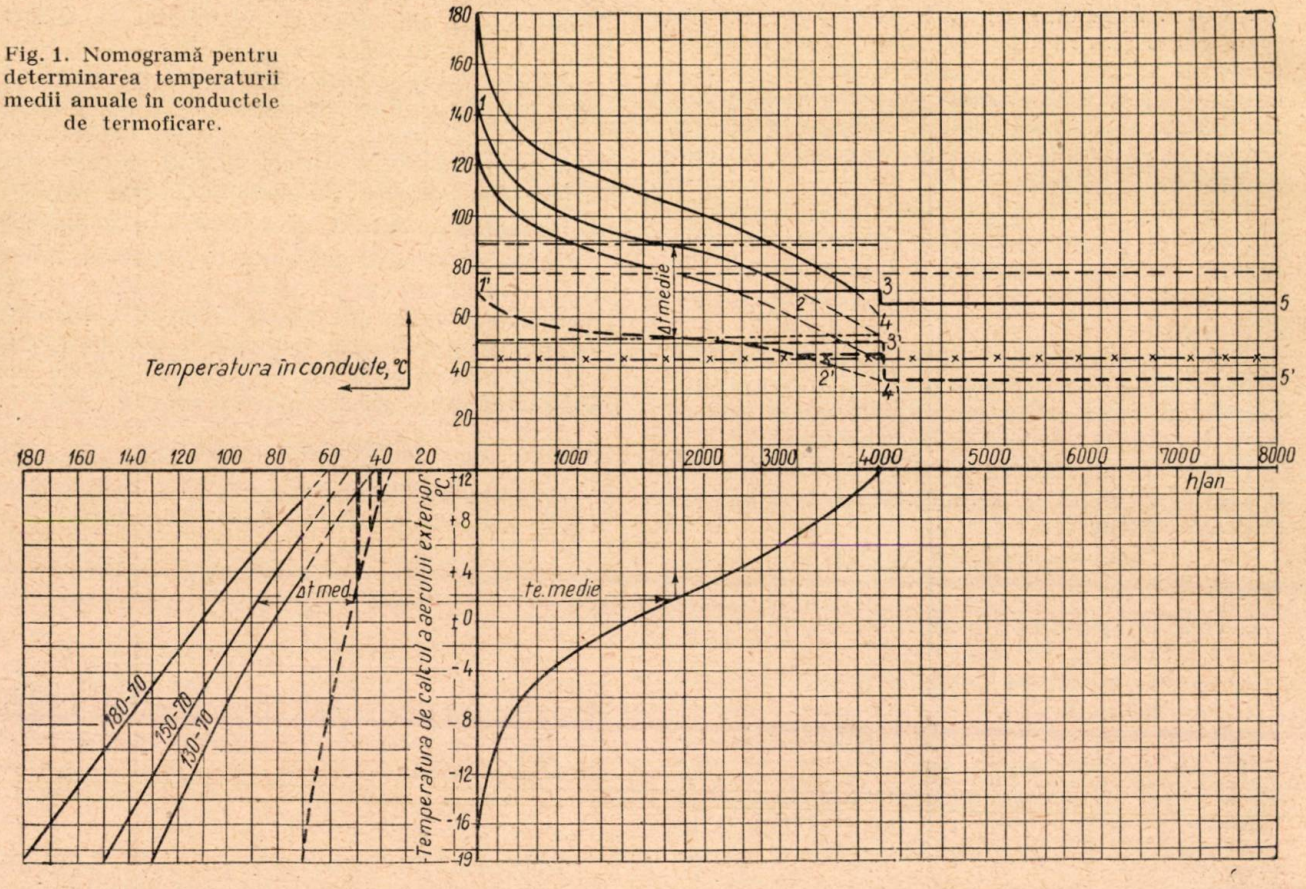


Fig. 1. Nomogramă pentru determinarea temperaturii medii anuale în conductele de termoficare.

temperaturilor medii anuale în conductele de termoficare pentru următoarele ipoteze :

- temperatura apei în conducta de ducere $t_d = 150°C$;
- idem, în conducta de întoarcere $t_i = 70°C$;
- temperatura medie a aerului exterior pentru perioada de încălzire, $t_{e\,med} = +1{,}53°C$;
- temperatura în conducta de ducere în timpul verii $t'_1 = 65°C$;
- idem, de întoarcere $t'_2 = 35°C$;
- nr. de ore de funcționare a instalației în perioada de încălzire, $n = 4\,054$ h ;
- temperatura interioară a încăperii $t_i = +20°C$;
- temperatura exterioară de calcul $t_e = -19°C$;
- $\Delta n = 17$ zile ;

$$\Delta t_{med} = \frac{150 - 70}{20 - (-19)} \cdot (20 - 1{,}53) = 38°C.$$

După graficul de reglaj al temperaturii în conductele de ducere și de întoarcere, rezultă :

$$t_{d\,med} = 88{,}5°C ;$$
$$t_{i\,med} = 50{,}5°C.$$

Temperatura medie anuală în conducta de ducere va fi :

$$t_1 = \frac{4\,054 \cdot 88{,}5 + (8\,760 - 4\,054 - 2 \cdot 17 \cdot 24) \cdot 65}{7\,944} \cong 77{,}3°C.$$

Temperatura medie anuală în conducta de întoarcere va fi :

$$t_2 = \frac{4\,054 \cdot 50{,}5 + 3\,890 \cdot 35}{7\,944} = 43{,}5°C.$$

1. 2. Stabilirea temperaturii subsolului la adîncimea de așezare a conductelor. Adîncimea medie de așezare a conductelor de termoficare în subsol este considerată de 1,5 m [1].

Temperatura medie anuală a subsolului la diferite adîncimi s-a determinat după înregistrările efectuate la observatoarele meteorologice, făcîndu-se apoi media pe mai mulți ani (fig. 2).

Aceste temperaturi diferă în funcție de clima regiunii respective. Pentru condițiile orașului București, după cum rezultă din fig. 2, temperatura medie anuală a subsolului la adîncimea de 1,5 m este de +12,5°C, cuprinsă între valori ale temperaturilor medii lunare pentru o perioadă de mai mulți ani, de +5°C și +20°C.

1.3. Rezistențele termice. Suma rezistențelor termice R (9) de trecere a căldurii de la agentul purtător de căldură la aerul exterior se compune din : rezistența termică de trecere a căldurii de la agentul termic la conductă — R_c —,

rezistența prin pereții conductei — R_F —, rezistența prin stratul de vată minerală — R_v —, rezistența prin stratul de eternit — R_e — rezistența la suprafața conductei izolate — R_{si} —, rezistența termică de trecere a căldurii de la aerul din canal la pereții canalului — R_{s2} —,

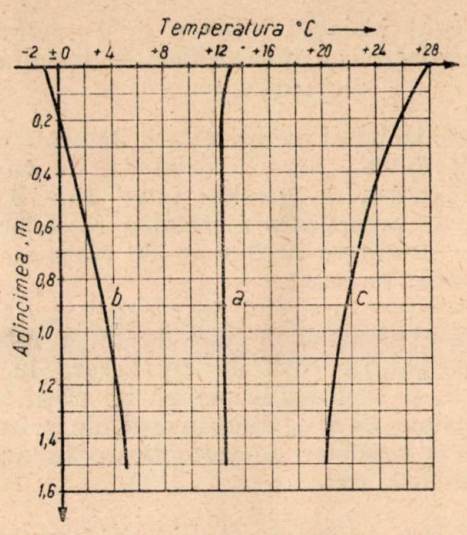


Fig. 2. Variația temperaturii subsolului la diferite adîncimi pentru condițiile climatice ale orașului București:
a — temperatura medie anuală; *b* — temperatura medie pentru luna cea mai friguroasă (ianuarie); *c* — temperatura medie pentru luna cea mai călduroasă (august).

rezistența prin pereții canalului — R_B —, rezistența prin stratul de pămînt — R_p — și rezistența la suprafața solului — R_{sp} —, astfel:

$$R = R_c + R_F + R_v + R_e + R_{si} + R_{s2} + B_B + R_p + R_{sp}. \quad (9)$$

Datorită valorilor neînsemnate ale rezistențelor termice R_c, R_F și R_{sp}, acestea se neglijează în calculele practice și ecuația (9) capătă forma simplificată:

$$R = R_v + R_e + R_{si} + R_0 \quad (9')$$

unde

$$R_0 = R_{s2} + R_B + R_p.$$

Rezistența termică a stratului izolant se determină cu formula (10)

$$R_v = \frac{1}{2\lambda_1} \ln \frac{d_2}{d_1} \quad (10)$$

unde:

d_1 este diametrul exterior al conductei neizolate, în m;
d_2 — diametrul exterior al conductei izolate cu un strat de izolație cu coeficientul de conductibilitate termică λ_1, în m.

Rezistența termică a stratului protector din eternit R_e se determină cu ecuația:

$$R_e = \frac{1}{2\lambda_2} \cdot \ln \frac{d_3}{d_2}, \quad (11)$$

unde d_3 este diametrul exterior al conductei izolate și acoperită cu un strat de eternit, în m.

Rezistența termică la suprafața conductei izolate va fi determinată astfel:

$$R_{si} = \frac{1}{\alpha_1 \cdot d_3} \quad (12)$$

unde α_1 este coeficientul de cedare de căldură de la suprafața conductei izolate la aerul din canal.

În continuarea calculelor, suma rezistențelor $R_v + R_e + R_{si}$ se notează cu R_1 pentru conducta de ducere și cu R_2 pentru conducta de întoarcere.

Pentru conductele amplasate în canale de beton armat, de formă dreptunghiulară, rezistența termică prin pereții canalului se determină astfel:

$$R_B = \frac{1}{2\lambda_B} \cdot \ln \frac{D_2}{D_1}. \quad (13)$$

În aceasta formulă, D_1 și D_2 sînt diametrele echivalente ale canalului, stabilite după relația:

$$D_1 = \frac{4F_1}{P_1} \quad (14)$$

unde:

F_1 este suprafața secțiunii interioare a canalului, în m²;
P_1 — perimetrul interior al canalului, în m;
D_2 se stabilește în mod analog pentru dimensiunile exterioare ale canalului.

Rezistența de trecere a căldurii de la aerul din canal la pereții canalului se stabilește cu ecuația:

$$R_{s2} = \frac{1}{\alpha_2 D_1} \quad (15)$$

unde:

$$\alpha_2 \cong \alpha_1.$$

Pentru conductele termice, așezate în canal subteran, rezistența stratului de pămînt se poate stabili numai aproximativ. Pentru aceasta se folosește în mod practic formula lui Forcheimer:

$$R_p = \frac{1}{2\lambda_p} \cdot \ln \frac{4h}{D_2} \quad (16)$$

în care λ_p este coeficient de conductibilitate termică a stratului de pămînt apreciat la o umiditate medie.

Diametrele echivalente ale canalului D_1 și D_2 sînt determinate pentru diferite grosimi ale izolației termice, care impun valori diferite canalului; gabaritele canalului se determină pentru toate diametrele nominale ale conductelor considerate și pentru diferite grosimi ale izolației, plecînd de la distanțele necesare în mod practic între o conductă și cealaltă și dintre conducte și pereții canalului.

1.4. Temperatura în canal și pierderile de căldură ale conductelor. Cunoscîndu-se temperaturile medii anuale ale apei fierbinți în conductele de termoficare t_1 și t_2, temperatura subsolului la nivelul axelor conductelor t_0 și rezistențele termice R_1, R_2 și R_0, cu ajutorul formulei (2) se determină temperatura aerului în canal.

Pierderile orare de căldură ale rețelei termice în condițiile climatice medii anuale se determină prin însumarea pierderilor orare de căldură ale conductei de ducere q_1 și întoarcere q_2:

$$q = q_1 + q_2 = \frac{\pi(t_1 - t_c)}{R_1} + \frac{\pi(t_2 - t_c)}{R_2}. \quad (17)$$

În ipoteza $R_1 = R_2 = R'$, relația (17) ia forma simplificată:

$$q = \frac{\pi}{R'}(t_{1m} + t_{2m} - 2t_c). \quad (17')$$

Nomograma din fig. 3 cuprinde variația pierderilor de căldură q ale rețelei pentru ambele conducte, de ducere și de întoarcere, temperaturile în canal și rezistențele termice R' pentru conducte cu diametrul nominal de 50 — 700 mm, pentru grosimi ale izolației termice din vată minerală de 15 — 70 mm, în ipoteza unor grosimi egale ale izolației pe conducta de ducere și întoarcere.

În condițiile termoficării, unde temperaturile medii anuale în conducta de ducere și de întoarcere sînt mult diferite, pare indicat ca și grosimile izolației să fie diferite în sensul măririi grosimii stratului de izolație termică pentru conducta de ducere în detrimentul celei de întoarcere, în așa fel încît pe ansamblu cheltuielile anuale ale traseului să fie minime. În acest scop s-au întocmit calcule și nomograme, asemenea celei din fig. 3, pentru rapoarte ale grosimii izolației pe conducta de întoarcere și ducere de 1/2, 1/3 și 1/4.

2. Costurile căldurii livrate de CET

Pentru determinarea costurile de producție a căldurii livrate de CET, s-a folosit metoda obiectivă a defalcării cheltuielilor anuale pentru cele două forme de energie, ținîndu-se seama de modul de producere și caracteristicile echipamentului [3].

În lucrarea de față au fost calculate costurile căldurii livrate de CET, pentru termoficare urbană, pentru trei feluri de combustibili: cărbune inferior de putere calorifică medie ars sub formă de praf, păcură și gaze naturale. La CET s-au considerat aceleași puteri și parametri (100 MW la 130 ata și 565°C).

Din calcule, la prețul actual al combustibilului, au rezultat următoarele valori pentru costul de producție m a căldurii:

pentru gaze naturale	30 lei/Gcal;
pentru păcură	42,5 lei/Gcal;
pentru cărbune	55 lei/Gcal.

3. Costul izolației termice S și coeficientul de amortizare al investițiilor în izolația termică p

Costul izolației termice s-a determinat pe bază de devize pentru conducte de 50—700 mm diametru, de grosimi între 15—70 mm.

Cota de amortizare a izolației rețelelor termice se stabilește în funcție de viața izolației conductelor în canal.

În literatura sovietică de specialitate [1] [2], pe baza exploatării de zeci de ani a rețelelor termice, pentru cota de amortizare în care se includ și cheltuielile pentru reparații se indică valoarea de 8%, adică investițiile în izolația termică a rețelelor de termoficare se amortizează în 12,5 ani.

4. Grosimea optimă a izolației termice

În cadrul acestui capitol se analizează numai grosimile optime ale izolației.

Ecuația (1) se rezolvă separat, pentru fiecare diametru de conductă; se consideră pe rînd că la CET se folosesc gaze naturale, păcură sau cărbune și că raportul grosimilor stratului de izolație termică a acelor două conducte are diferite valori. În fiecare caz se caută minimul cheltuielilor anuale.

În fig. 4 se dă, spre exemplificare, reprezentarea grafică a ecuației (1) pentru cazul unui traseu de rețea termică cu conducte de 400 mm diametru, cu raportul grosimilor izolației termice a conductei de întoarcere și ducere de 1/2 folosind la CET drept combustibil cărbune, păcură sau gaz. Se găsește minimul cheltuielilor anuale și deci grosimea optimă a izolației termice a conductelor corespunzătoare.

Ecuația (1) a fost rezolvată pentru 13 diametre de conducte (50, 75, 100, 150, 200, 250, 300, 350, 400, 450, 500, 600 și 700 mm) și 4 rapoarte ale grosimii izolației termice pentru conductele de întoarcere și ducere: 1/1, 1/2, 1/3 și 1/4; în total, se obțin 52 valori ale cheltuielilor anuale minime.

Se constată că termenii ΔC și ΔS din ecuația (1) sînt practic egali și de sens contrar, deci nu modifică valoarea cheltuielilor anuale (curba *4* și *5* din fig. 4). Din aceste motive, în cadrul articolului de față nu se va detalia analiza lor.

Comparîndu-se între ele cheltuielile anuale minime ale izolației termice, în cadrul aceluiași raport între grosimile izolației pe conducta de întoarcere și ducere, se constată că I_{min} se deplasează spre grosimi mici ale izolației, pe măsură ce combustibilul folosit la CET este

mai ieftin. Acest fenomen este absolut normal, deoarece pierderile de căldură, în cazul producerii acesteia cu un combustibil ieftin, are o pondere mai mică în balanţa cheltuielilor anuale, în comparaţie cu alte cheltuieli.

poarte ale grosimilor izolaţiei termice pentru conductele de termoficare 1/1, 1/2, 1/3 şi 1/4. Neizolarea conductei de retur, la preţul actual al căldurii şi materialelor izolante, s-a constatat a fi neeconomică.

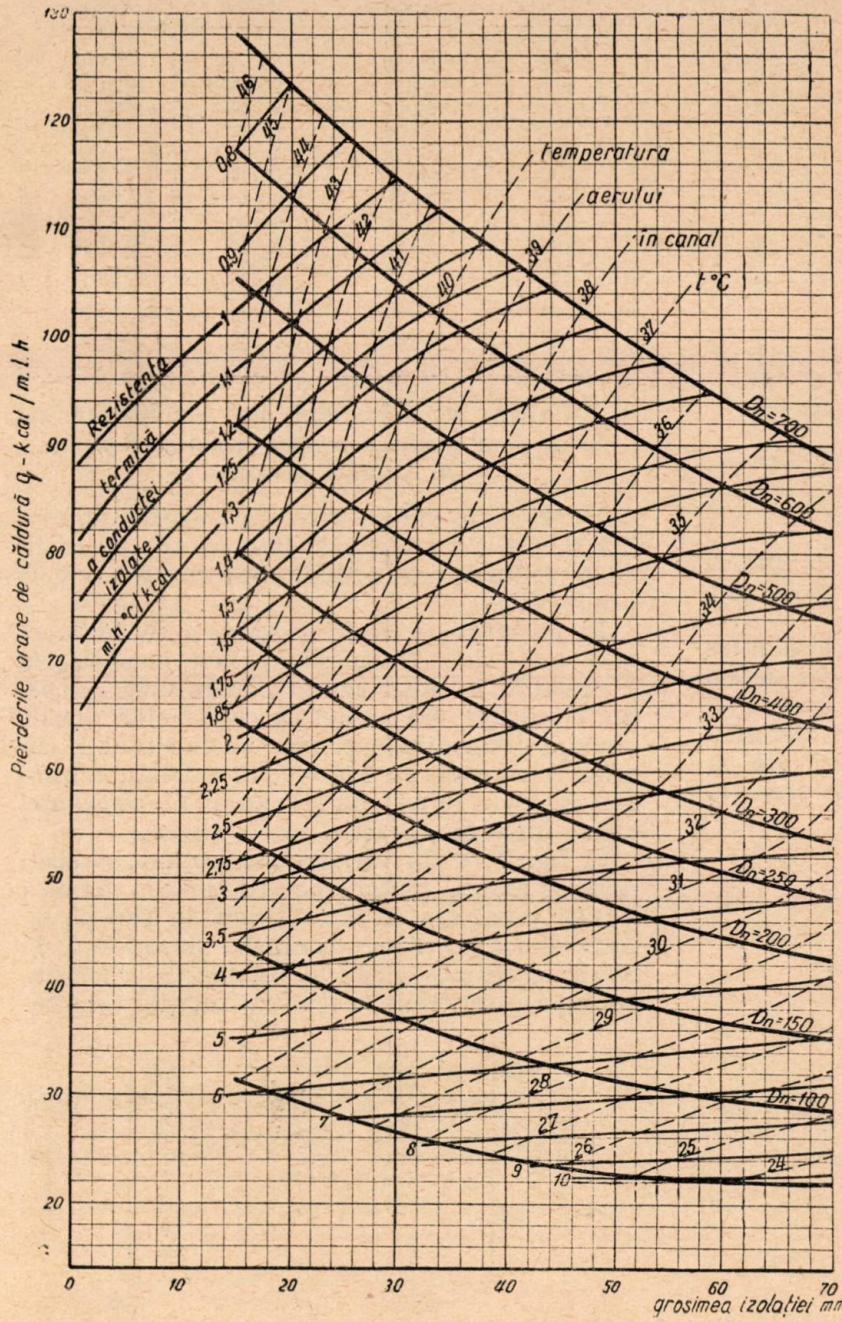


Fig. 3. Nomogramă. Pierderile de căldură prin izolaţie termică, în funcţie de temperaturile aerului în canal şi rezistenţele termice R în funcţie de grosimea izolaţiei pentru raportul grosimilor stratului izolant al conductelor de ducere şi întoarcere 1/1.

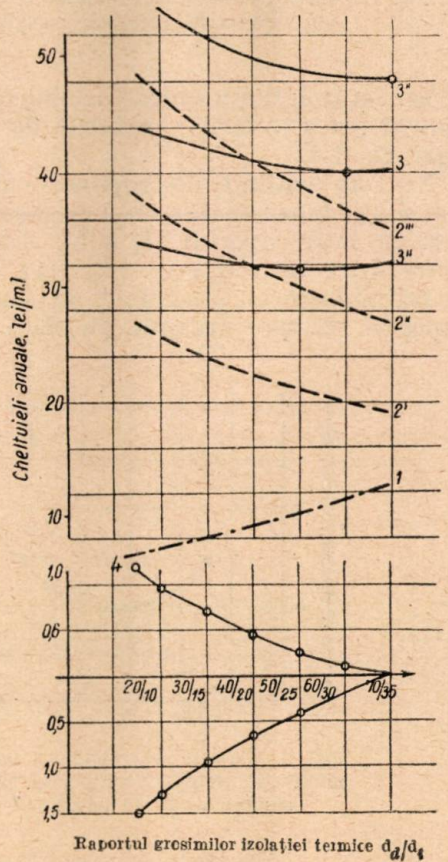


Fig. 4. Stabilirea grosimii optime a izolaţiei termice pentru o reţea termică cu două conducte de 400 mm diametru, în canal: *1* — cheltuielile anuale datorită amortizării investiţiilor, pS în lei/ml; *2', 2''* şi *2'''* -cheltuielile anuale datorită pierderilor de căldură, mQ în cazul folosirii la CET drept combustibil, gaze naturale şi respectiv păcură şi cărbune, în lei/ml; *3', 3''* şi *3'''* — suma cheltuielilor anuale, I, în lei/ml; *4* — cheltuieli anuale ΔC în lei/ml; *5* — idem, ΔS în lei/ml

5. Raportul optim dintre grosimile izolaţiei termice a conductelor de ducere şi întoarcere

Din calcule s-a constatat că cheltuielile anuale au valori variabile pentru diferite rapoarte ale grosimilor izolaţiei termice pentru conductele de ducere şi de întoarcere.

În acest articol s-a căutat raportul în cazul căruia cheltuielile anuale au valoarea minimă. A fost rezolvată ecuaţia (1) pentru patru ra-

În fig. 5 se dă un exemplu de rezolvare a ecuaţiei (1) pentru conducta de 400 mm diametru cu combustibil păcură şi diferite rapoarte între grosimile izolaţiei termice egale cu 1/1, 1/2, 1/3 şi 1/4 (curbele *1*, *2*, *3*, *4*,).

Analizînd valorile minime ale cheltuielilor anuale se alege raportul economic al grosimilor izolaţiei termice. În fig. 6 se dă variaţia cheltuielilor anuale minime în funcţie de

raportul grosimilor izolației pentru rețeaua termică cu conducte de 400 mm diametru și combustibil păcură.

Rezultă din figură că cheltuielile anuale au valoarea minimă atunci cînd raportul dintre

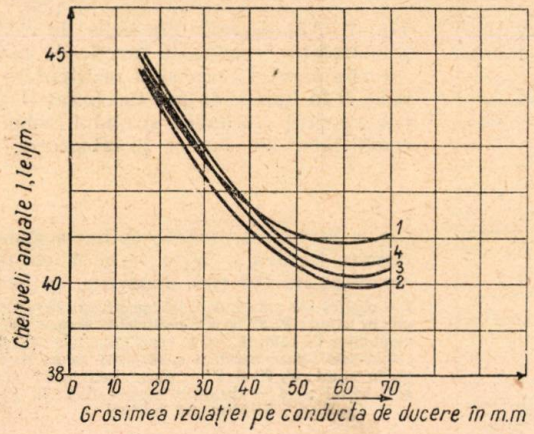


Fig. 5. Variația cheltuielilor anuale ale izolației termice în funcție de grosimea izolației.

grosimea izolației termice a conductei de întoarcere și cea a izolației conductei de ducere este egal cu 1/2.

Nu s-au analizat alte rapoarte cuprinse între 1/2 și 1/1, deoarece diferența de cheltuieli anuale minime între raportul 1/1 și 1/2 este mult mai mare decît între 1/2 și 1/3, ceea ce definitivează caracterul ascendent al curbei de la raportul 1/2 spre dreapta. În afară de aceasta,

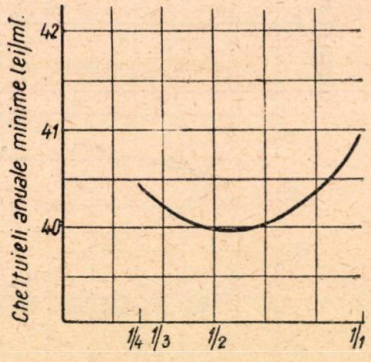


Fig. 6. Variația cheltuielilor anuale minime în funcție de raportul grosimilor izolației termice.

rogojinile de material izolant (vată minerală, vată de zgură, vată de sticlă etc.) se livrează cu grosimi normalizate și deci rezultatele unui calcul analitic exact tot trebuie să fie rotunjite. Rezultatul calculelor privind stabilirea grosimilor și rapoartelor optime între aceste grosimi ale stratului de izolație a conductelor de întoarcere și ducere, pentru termoficarea urbană în condițiile climatice ale orașului București, este dat în tabela 1.

Tabela 1

Grosimile optime ale izolației conductelor rețelelor termice pentru regim de termoficare

Diametrul nominal, mm	Raportul între grosimea stratului de izolație al conductei de ducere și al celei de întoarcere, mm/mm, pentru:		
	Gaze naturale	Păcură	Cărbune
700	60/30	70/35	70/35
600	60/20	70/35	70/35
500	60/20	60/30	70/35
450	60/20	60/30	70/35
400	50/25	60/30	70/35
350	50/25	60/30	70/35
300	50/25	60/30	70/35
250	50/25	60/30	70/35
200	50/25	60/30	60/30
150	50/20	50/25	60/30
100	50/20	50/25	60/30
75	40/20	50/25	50/25
50	40/20	50/25	50/25

6. Influența coeficientului de conductibilitate termică a izolației asupra grosimii optime a izolației termice

Valorile optime ale grosimii izolației termice din tabela 1 au fost calculate pentru un coeficient mediu de conductibilitate termică $\lambda = 0{,}06$ kcal/m h°C.

În construcția rețelelor termice se întîlnesc însă materiale termoizolante cu coeficientul λ variabil, în mod normal, între 0,04 — 0,08. S-a constatat din calcul că cheltuielile anuale minime determinate pentru coeficientul λ cuprins între valorile 0,04—0,08, celelalte mărimi care intervin în ecuația (1) rămînînd constante, diferă între ele, practic, foarte puțin.

În fig. 7 se dă variația procentuală a cheltuielilor anuale minime pentru izolația termică a unor conducte de termoficare în funcție de coeficientul de conductibilitate termică λ la prețurile actuale medii ale materialelor folosite pe scară industrială în tehnica izolației termice.

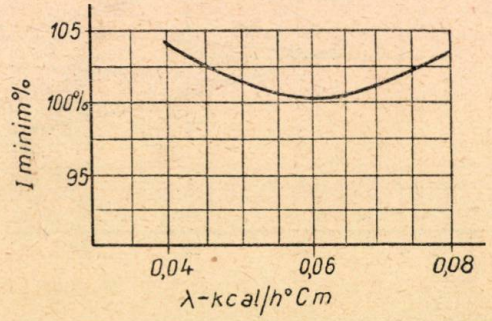


Fig. 7. Variația procentuală a cheltuielilor anuale minime ale izolației termice pentru conductele de termoficare în funcție de coeficientul de conductibilitate termică.

Se constată din fig. 7 că pentru valori ale coeficientului de conductibilitate termică cuprins între 0,04 — 0,08 kcal/m h°C, cheltuielile anuale minime ale izolației nu variază cu mai mult de 3—4%.

Cheltuielile anuale, la prețul actual al materialelor izolante, sînt minime pentru cele cu $\lambda = 0{,}06$ kcal/mh°C (vată de zgură sau vată minerală). Rezultă că valorile optime ale grosimii izolației rețelelor termice din tabela 1 sînt valabile pentru toate materialele termoizolante aplicate prin înfășurare cu $\lambda = 0{,}04 - 0{,}08$ kcal/mh°C.

7. Influența tipului canalului

Valorile optime ale grosimii izolației termice au fost calculate în ipoteza așezării conductelor în canale nevizitabile.

Deoarece în construcția rețelelor termice uneori este indicat să se adopte canale semivizitabile, a fost necesar să se determine grosimea optimă a stratului de izolație și pentru acest tip de canal. Făcîndu-se o serie de determinări, s-a constatat că minimul de cheltuieli anuale are loc la aceeași grosime a izolației ca și în cazul așezării în canale nevizitabile. Cheltuielile anuale, în cazul canalelor semivizitabile, cresc cu circa 5—7% față de cheltuielile anuale în cazul canalelor nevizitabile.

În consecință, valorile grosimii stratului de izolație a conductelor așezate în canale semivizitabile se pot lua, ca și în cazul canalelor nevizitabile, din tabela 1.

8. Concluzii

Valorile grosimilor optime ale stratului termoizolant al conductelor rețelelor termice variază în funcție de diametrul conductei și felul combustibilului folosit la CET. Grosimile optime redate în tabela 1 sînt calculate pentru condițiile din orașul București, în cazul izolării conductelor prin înfășurare cu material termoizolant cu un coeficient de conductibilitate termică $\lambda = 0{,}04 - 0{,}08$ kcal/mh°C, în canale nevizitabile și semivizitabile de formă dreptunghiulară, din beton armat prefabricat.

În cazul aceluiași grafic de temperaturi al rețelei termice, valorile din tabela 1 pot fi aplicate în orice localitate din țara noastră, întrucît temperatura medie anuală în sol la nivelul axei conductelor și temperaturile medii anuale ale agentului termic din rețea, practic, nu influențează grosimea optimă a izolației.

La nivelul actual al prețurilor, grosimea optimă a izolației termice crește o dată cu creșterea costului combustibilului folosit la CET.

În condițiile termoficării urbane, se constată că în majoritatea cazurilor grosimea optimă a izolației conductei de întoarcere este jumătate din cea a izolației conductei de ducere. Grosimea stratului de izolație a conductelor de termoficare scade atunci cînd la CET se folosește un combustibil ieftin.

Bibliografie

[1] Kopiev S.F.: *Alimentarea cu căldură*, Editura Tehnică, București, 1957.

[2] Sokolov E.I.: *Teplovîe seti*, Gosenergoizdat, Moscova, 1956.

[3] Stăncescu D.I. și Badea A.I.: *Propunerea unei metode noi obiective pentru calcularea prețului de cost al energiei electrice și căldurii produse în regim de termoficare*, București, 1954.

662.95.001.2

Sistematizarea și uniformizarea construirii arzătoarelor de gaze

C. DINULESCU — București

Se arată influența calității amestecului aer-gaze asupra caracterului radiant al flăcării. Se dau apoi formulele de calcul și se indică mijloacele practice de realizare.

În țară neexistînd în prezent tipuri de arzătoare industriale omologate, întreprinderile își construiesc arzătoarele necesare după reguli mai mult sau mai puțin arbitrare. Consecințele unei astfel de situații sînt :

— construirea de arzătoare inutil prea complicate, și deci scumpe sau cu totul primitive și neeconomice fie din cauza excesului mare de aer sau invers din cauza procentului mare de nearse ;

— arderea în scurt timp a părților componente ;

— confuzie asupra caracterului radiant al flăcării cu efecte asupra producției și supraîncălzirii.

În prezentul studiu se arată :

a) Influența calității amestecului gaze-aer asupra caracterului radiant al flăcării și asupra lungimii acesteia.

b) Cum se poate obține pe o cale simplă un amestec intim și modul de calcul.

c) Realizarea practică a două forme tipice de arzătoare : circulară și dreptunghiulară și mijloace pentru evitarea arderii părților componente.

d) Mijloace pentru difuzarea flăcării în focar pentru obținerea unei mai bune umpleri a acestuia.

*) Ing. C. Dinulescu, din Direcția Electrificării a Departamentului Energiei Electrice.

I. INFLUENȚA CALITĂȚII AMESTECULUI GAZE-AER ASUPRA CARACTERULUI RADIANT AL FLĂCĂRII ȘI ASUPRA LUNGIMII ACESTEIA

Teoria arată și practica confirmă că aspectul luminos al flăcării de gaze și deci caracterul său radiant depind de calitatea amestecului dintre gaz și aer din faza premergătoare aprinderii.

Un amestec intim al gazului cu întreaga cantitate de aer necesară combustiei înainte de aprindere și apoi o ardere intensă conduc la o flacără scurtă și transparentă, neluminoasă și deci cu o putere radiantă redusă. Evident că o astfel de flacără are drept consecință creșterea supraîncălzirii prin dublul efect al unei producții mai scăzute și al unei temperaturi mai ridicate a gazelor arse, în zona supraîncălzitorului.

Din contră, amestecarea preliminară a gazului numai cu o parte din aerul necesar combustiei și admiterea restului de aer după aprindere conduc la o flacără lungă, luminoasă, radiantă și deci cu efecte inverse asupra supraîncălzirii.

Explicația caracterului diferit al flăcării este următoarea : în cazul amestecului inițial imperfect, pe traseul flăcării cuprins între punctul de aprindere și cel de terminare al combustiei, vehiculează paralel doi curenți :

— unul bogat în gaz cu oarecare insuficiență de aer ;

— altul bogat în aer sau exclusiv din aer la început și care se amestecă între ei pe măsura înaintării lor.

Temperatura amestecului bogat în gaz din primul curent este foarte ridicată și aerul fiind insuficient pentru desăvîrșirea arderii particulelor de cărbune, acestea ajung la incandescență și parcurg un drum relativ lung pînă la arderea lor completă ; particulele de cărbune, fiind foarte fine, au o suprafață foarte mare de radiație și deci efectul luminos se apropie de cel al flăcării de păcură.

La amestecul perfect și uniform de la început, fazele de pregătire și desăvîrșire a arderii sînt foarte scurte (avînd tot aerul necesar la dispoziție) și deci perioada cu particule de cărbune incandescent nu există ; în aceste condiții, flacăra va fi evident scurtă și străvezie, neluminoasă.

Trebuie menționat că, dacă amestecul este cu totul imperfect, rezultatul poate fi cu totul contrar : nu numai că flacăra nu va fi luminoasă, dar din cauza insuficienței aerului, flacăra va fi galbenă cu zone întunecate.

Concluzia practică a celor de mai sus este : Dacă poziția în înălțime a arzătorului de gaze este impusă de ambrazura existentă pentru alt combustibil (păcură sau cărbune praf) nu este recomandabil să se realizeze un amestec perfect, pentru că aceasta ar avea drept consecință o creștere a supraîncălzirii ; dacă însă poziția nu este impusă și deci arzătorul poate fi plasat mai jos se va realiza un arzător cu amestec perfect ca fiind cel mai economic (exces minim de aer și lipsa de nearse).

II. REALIZAREA SIMPLĂ A UNUI BUN ARZĂTOR ȘI MODUL DE CALCUL

1. Condițiile principale ce trebuie să le îndeplinească un bun arzător

a) Să fie economic, să lucreze cu un exces minim de aer, fără pierderi prin nearse și să nu comporte pierderi mari de presiune la trecerea aerului.

b) Să producă flacăra dorită ca lungime și radiație și la nevoie să permită prin modificări simple adaptarea la cerințele locale.

c) Să asigure o bună umplere a camerei de combustie.

d) Construcția să fie simplă și să nu comporte părți care se ard.

2. Posibilitățile de îndeplinire a condițiilor unui bun arzător

Cum se pot îndeplini ultimele două condiții de mai sus se va arăta în capitolele următoare. În prezentul capitol se insistă mai mult asupra felului cum se pot îndeplini primele două condiții.

A lucra cu un exces minim de aer și fără pierderi prin nearse este sinonim cu a realiza un bun amestec a celor două fluide gaze-aer înainte de aprindere. Aceasta se poate obține fără dispozitive complicate, folosind însă la optimum energiile lor cinetice, ceea ce revine în esență la :

— egalarea energiilor cinetice a celor două fluide în zona de amestec ;

— întretăierea celor două fluide sub un unghi de 90° ;

— constituirea secțiunii ambrazurii în zona de amestec astfel încît vinele de gaze să pătrundă în fluxul de aer pe toată grosimea acestuia ;

— scurgerea gazului în vine subțiri pentru a mări la maximum suprafața de amestec cu aerul.

Ultimele două mijloace influențîndu-se reciproc (mai exact lucrînd în sens invers), soluția optimă se găsește printr-un calcul comparativ.

3. Modul de calcul pentru obținerea unui amestec perfect

Pentru ilustrarea calculului vom lua cazul cel mai simplu și în același timp efectiv întîlnit în practică a unei ambrazuri dreptunghiulare, la care distribuitoarele de gaze sînt dispuse pe laturile verticale. Cele două fluide se întretaie la 90° și nu sînt supuse nici unei mișcări turbionare.

Mărimile de stabilit sînt :

— aria secțiunii transversale a ambrazurii și lățimea acesteia ;

— viteza gazelor și secțiunea de scurgere a acestora ;

— diametrul orificiilor de gaze.

Mersul calculului este următorul :

a) Fiind dat debitul unitar de gaze al arzătorului, se stabilește debitul de aer necesar, admițînd și un exces de aer de $\alpha = 1{,}05 - 1{,}10$.

b) Cunoscînd debitul de aer și admițînd o viteză a aerului cuprinsă între 20—35 m/s (după adîncimea camerei de combustie) se determină secțiunea ambrazurii.

c) Aplicînd legea egalității energiilor cinetice, se stabilește viteza de scurgere a gazelor, din care se poate deduce atît presiunea necesară cît și secțiunea de scurgere a gazelor.

d) Pentru a realiza o suprafață de amestec a vinelor de gaz cu aerul cît mai mare, se alege diametrul găurilor cît mai mic (cuprins între 6 și 12 mm).

e) Cu formula stabilită de Ivanov I. V. [1] care dă traiectoria vinelor de gaz, se stabilește pătrunderea gazelor în fluxul de aer ; impunîndu-se condiția ca amestecul să fie terminat complet înainte de aprindere, se determină lățimea ambrazurii. Dacă calculul astfel condus ajunge la o secțiune prea îngustă și prea înaltă și deci greu de realizat constructiv, se poate reduce pătrunderea pînă la circa 80% din cea totală necesară.

Pătrunderea poate fi redusă și mai mult, dacă este necesar ca flacăra să aibă un aspect radiant și mai pronunțat.

4. Formulele de calcul pentru obținerea unui amestec intim a două fluide.

a) *Legea egalității energiilor cinetice* se exprimă prin formula :

$$\frac{Q_1 \cdot \gamma_1 W_1^2}{g} = \frac{Q_2 \cdot \gamma_2 W_2^2}{g} .$$

Între debitele și între greutățile specifice ale celor două fluide existînd relațiile (pentru gazele compuse în principal din CH_4 la care $V_0 = 9{,}5$ Nm³/Nm³ și $\delta = \gamma_2/\gamma_1 = 0{,}554$)

$$Q_1 = \alpha \cdot 9{,}5\, Q_2 = 1{,}05 \cdot 9{,}5\, Q_2 = 10\, Q_2$$
$$\text{și } \gamma_2 : \gamma_1 = 0{,}554 \qquad (1)$$

formula de mai sus devine :

$$\left(\frac{W_2}{W_1}\right)^2 = \frac{10}{0{,}554} \text{ sau : } W_2 = 4{,}24\ W_1 \qquad (2)$$

în care W_2 și W_1 sînt vitezele celor două fluide la temperaturile de intrare în zona de amestec.

b) *Traiectoria urmată de o vînă de gaz ce pătrunde transversal într-un flux de aer* se poate stabili cu formula dată de Ivanov [1] care aplicată la un sistem de coordonate *Oxy* cu originea chiar în orificiul de ieșire a gazelor (fig. 1) are următoarea formă :

$$y = 195 \left(\frac{\rho_1\ W_1^2}{\rho_2\ W_2^2}\right)^{1,3} \cdot \left(\frac{a}{d}\right)^2 \cdot x^3 \qquad (3)$$

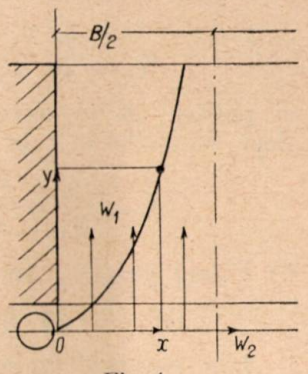


Fig. 1.

în care :

x și y sînt coordonatele vînei în cm ;

d — diametrul orificiului în cm ;

a — coeficientul de structură a vînei 0,07

ρ_1 și ρ_2 — densitățile celor două fluide în kg s²/m⁴ la temperaturile efective respective t_1 și t_2 ;

W_1 și W_2 — vitezele celor două fluide în m/s la temperaturile efective.

Făcînd înlocuirile :

$$\frac{\rho_1}{\rho_2} = \frac{1}{0{,}554} \cdot \frac{273 + t_2}{273 + t_1} \text{ și}$$

$$\left(\frac{W_1}{W_2}\right)^2 = \frac{0{,}554}{10} \text{ ecuația (3) capătă forma :}$$

$$y = 195 \cdot (0{,}07)^2 \left(\frac{1}{10} \cdot \frac{273 + t_2}{273 + t_1}\right)^{1,3} \cdot \frac{x^3}{d^2} \qquad (4)$$

sau

$$y = 0{,}048 \left(\frac{273 + t_2}{273 + t_1}\right)^{1,3} \cdot \frac{x^3}{d^2} \cdot \qquad (5)$$

Impunîndu-se condiția ca y să nu depășească adîncimea A a ambrazurii, cînd x atinge jumătate din lățimea ei $B/2$, cu relația (5) se determină valoarea d, adică diametrul găurii.

5. Exemplu de calcul

Pentru ilustrarea calculului se face o aplicație numerică, și anume pe un caz real :

a) *Debitul de gaz* la 0°C : $Q_2^0 = 1\,600$ Nm³/h = $= 0{,}444$ Nm³/s.

b) *Debitul de aer* la 0°C : $Q_1^0 = 10 \quad Q_2 = 4{,}44$ Nm³/s.

c) *Temperatura aerului la intrare în ambrazura* $t_1 = 175$°C.

d) *Temperatura gazului la ieșirea din orificiu* $t_2 = 15$°C.

e) *Debitul real de aer* $Q_1^{t_1} = \frac{273 + 175}{273} \cdot 4{,}44 =$ $= 7{,}3$ m³/s.

f) *Debitul real de gaz* $Q_2^{t_2} = \frac{273 + 15}{273} \cdot 0{,}444 = 0{,}468$ m³/s.

g) *Aria secțiunii transversale a ambrazurii.*

Plecînd de la o relație practică între viteza aerului și adîncimea camerei de combustie

$$D = 5,\ 6,\ 7,\ 8 \text{ m}$$
$$W_1 = 20,\ 25,\ 30,\ 35 \text{ m/s}$$

și pentru că în cazul considerat $D = 7$ m, deci $W_1 = 30$ m/s se găsește

$$A_1 = \frac{Q_1}{W_1} = \frac{7,3}{30} = 0,243 \text{ m}^2.$$

h) *Viteza gazului,* din relația (2)

$$W_2 = 4,24\ W_1 = 127,2 \text{ m/s}.$$

i) *Aria secțiunii de scurgere a gazelor*

$$A_2 = \frac{Q_2}{W_2} = \frac{0,468}{127,2} = 0,00368 \text{ m}^2 = 37 \text{ cm}^2.$$

j) *Diametrul orificiilor de scurgere a gazelor*

Pentru a avea o suprafață mare de amestec a vinelor de gaze, și în același timp pentru a asigura acestora o pătrundere suficientă, se admite o valoare intermediară $d = 8$ mm urmînd să fie verificată ulterior.

k) Lățimea ambrazurii

Admițînd $y = A = 25$ cm (adîncimea ambrazurii) și $x = B/2$ (jumătate din lățimea ambrazurii) se găsește cu relația (5)

$$25 = 0,05 \left(\frac{273 + 15}{273 + 175}\right)^{1,3} \cdot \frac{x^3}{0,8^2} \text{ respectiv}$$

$$x^3 = 333 \left(\frac{273 + 175}{273 + 15}\right)^{1,3} = 585$$

$$x = 8,4 \text{ cm}$$

și deci $B = 2\,x = 16,8$ cm.

Dacă se dorește ca flacăra să nu fie prea scurtă și transparentă ci mai lungă și radiantă, se mărește lățimea în consecință egalînd pe x nu cu $B/2$ ci cu 0,8 sau 0,75 din aceasta; cu ultima valoare, B devine egal cu 16,5 : 0,75 (fig. 2) 22,3 cm; se alege $B = 220$ mm (fig.2). Această lățime fiind normală, înseamnă că diametrul admis pentru găuri a fost bine ales.

l) *Înălțimea ambrazurii* $H = \frac{A_1}{B} = \frac{0,243}{0,22} = 1,11$m

Se majorează această valoare la 1,25 m pentru a ține seama de suprapunerea fluxului de gaz peste cel de aer și pentru ca aceasta să nu mărească viteza efectivă a aerului.

m) *Evazarea ambrazurii în plan orizontal.*

Pentru a reduce viteza amestecului la ieșirea din ambrazură se mărește lățimea acesteia la :

$$B_2 = B_1 + 2 \text{ tg } 7°A = 22 + 2,3 = 28 \text{ cm}$$

unghiul de 7° fiind unghiul de nedeslipire a vinelor de aer de pereții ambrazurii.

n) *Presiunea gazelor în distribuitor*

La viteza de scurgere de $W_2 = 127$ m/s și la greutatea specifică de $\gamma_2 = 1,293 \cdot 0,554 \frac{273}{273 + 15} = 0,675$ kg/m³, presiunea necesară este

$$p = \frac{\gamma_2 W_2^2}{2g} = \frac{0,675 \cdot (127,2)^2}{19,62} = 560 \text{ mm C.A.}$$

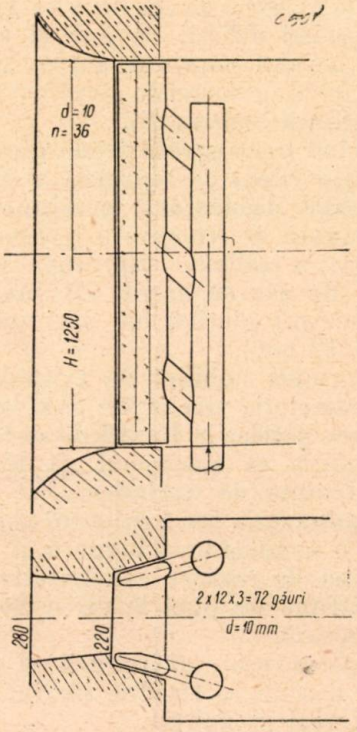


Fig. 2

o) *Diametrul efectiv al găurilor de scurgere*

În condițiile normale de execuție a găurilor în țevi cu pereți de grosime de 3—5 mm, coeficientul de contracție al vînei la ieșirea din gaură poate fi considerat de ordinul 0,70 și deci diametrul calculat mai sus $d = 8$ mm trebuie majorat la $8 : \sqrt{0,70} = 9,6$ mm ~ 10 mm pentru a asigura vînei grosimea de 8 mm în secțiunea minimă.

p) *Numărul de găuri* $37 : 0,70 \cdot 0,78 \cdot 0,1^2 = 68$

6. Posibilitatea de schimbare a aspectului flăcării

S-a arătat mai sus că un amestec perfect produce o flacără scurtă și neradiantă și că pentru a obține o flacără mai lungă și mai radiantă trebuie admis un oarecare grad de imperfecție a amestecului, evident însă fără a ajunge prin aceasta la un exces de aer neeconomic.

Pe de altă parte pentru că nici calculul termic al camerei de combustie în cazul arderii gazelor nu se poate face cu destulă precizie, este necesar ca arzătorul să fie astfel calculat

încît să dispună de o oarecare rezervă în ambele sensuri a puterii radiante a flăcării și din punct de vedere al construcției el să permită prin modificări ușoare o adaptare în sensul dorit după primele încercări de orientare.

O astfel de posibilitate o oferă schimbarea diametrului găurilor care influențează puterea

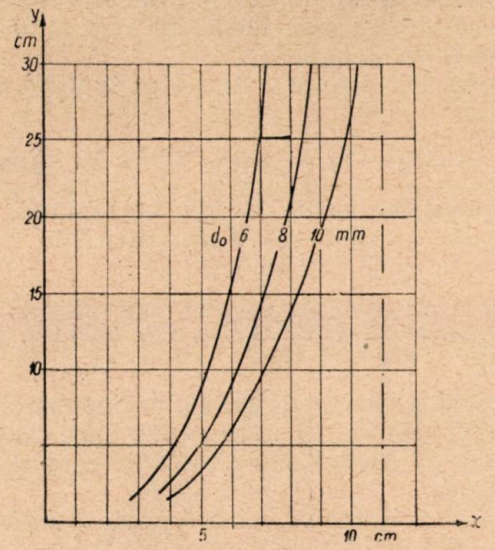


Fig. 3. Traiectoria vînei de gaz:

$$y = 0{,}048 \left(\frac{273 + t_2}{273 + t_1}\right)^{1,3} \cdot \frac{x^3}{d^2} = 0{,}0271 \cdot \frac{x^3}{d^2} \quad \begin{matrix} t_1 = 175°C \\ t_2 = 15°C \end{matrix}$$

de pătrundere a vinelor de gaze. Pentru a învedera aceasta se arată în fig. 3 variația pătrunderii cu diametrul găurilor în exemplul de calcul de mai sus.

La proiectare se va alege diametrul pentru o pătrundere de 0,8 din lățimea ambrazurii, păstrînd în felul acesta o rezervă de la 0,6 la 1.

7. Interpretarea fizică a formulelor de obținere a unui bun amestec

Cele două formule principale prin care se obține un amestec intim au următoarea semnificație:

a) *Respectarea legii egalității energiilor cinetice* este prima condiție necesară ca cele două fluide să se întrepătrundă; nerespectarea acestei legi, în sensul că unul dintre fluide are o energie cinetică mult diferită de a celuilalt, are drept consecință faptul că fluidul slab nu mai poate să pătrundă în cel puternic și va fi pur și simplu abătut de acesta.

b) *Condiția pătrunderii fluxului de aer pe toată grosimea sa de către vinele de gaz* este neapărat necesară pentru că deși prima condiție este foarte importantă, nu este totuși suficientă. Într-adevăr numai prin egalarea energiilor cinetice se stabilește secțiunea totală de scurgere a gazelor fără să se poată preciza numărul și diametrul găurilor; de asemenea ea nu dă nici o indicație asupra lățimii ambrazurii care se determină arbitrar.

Dar în stabilirea empirică a acestor două mărimi se pot comite următoarele erori:

— *Realizarea secțiunii de scurgere cu un număr prea mare de găuri foarte mici*; consecința unei astfel de soluții va fi: pătrundere foarte mică și deci crearea unui strat foarte bogat în gaze în apropierea imediată a distribuitorului, iar în restul ambrazurii lipsa de gaze, deci în total un amestec foarte neuniform.

— *Fixarea unui număr prea mic de găuri cu diametrul mare.* O astfel de soluție asigură vînei o putere de pătrundere inutil prea mare și, deosebit de neajunsul că suprafața de contact cu aerul a vînei este redusă, mai are și pe acela că lasă spații relativ mari de aer între vinele de gaz și deci nu se creează condițiile ideale ale unui amestec activ.

Cu alte cuvinte fixarea diametrului găurilor și a lățimii ambrazurii trebuie să fie făcută astfel încît să se ajungă la un optimum din punctul de vedere al suprafeței de contact și al pătrunderii.

Pentru a evidenția și mai bine consecințele unei astfel de erori, se va cerceta pe scurt, mai jos, comportarea unui arzător real la care fără să se fi făcut un calcul exact s-a ales un număr prea mare de găuri mici și o lățime relativ mare a ambrazurii.

8. Consecințele unei dimensionări empirice

Se va examina același arzător tratat în exemplul de mai sus, însă așa cum este efectiv executat, în speță cu:

— $2 \cdot 2 \cdot 85 = 340$ găuri de $d = 6$ mm și
— lățimea ambrazurii $B = 280$ mm.

a) *Aria secțiunii reale a ambrazurii* $1{,}25 \cdot 0{,}28 = 0{,}35$ m²

b) *Aria secțiunii de scurgere a gazelor*:

$$4 \cdot 85 \cdot 0{,}78 \cdot 0{,}6^2 = 96 \text{ cm}^2$$

c) *Viteza de scurgere*

Admițînd un coeficient de contracție de 0,70, viteza reală în secțiunea minimă este

$$W_2 = 0{,}468 : (0{,}70 \cdot 0{,}0096) = 70 \text{ m/s.}$$

d) *Viteza aerului*

$$W_1 = 7{,}3 : 0{,}35 = 20{,}8 \text{ m/s.}$$

e) *Raportul energiilor cinetice*

$$\frac{Q_2 \cdot \gamma_2 \cdot W_2^2}{Q_1 \cdot \gamma_1 \cdot W_1^2} = \frac{0{,}554}{10} \cdot \left(\frac{70}{20{,}8}\right)^2 = 0{,}61 < 1.$$

f) *Expresia* $\left(\frac{\rho_1 \cdot W_1^2}{\rho_2 \cdot W_2^2}\right)^{1,3} =$

$$= \left(\frac{1}{0{,}554} \cdot \frac{273 + 15}{273 + 175} \cdot \frac{20{,}8^2}{70^2}\right)^{1,3} = 0{,}0537.$$

g) *Pătrunderea* la $d = 0{,}6$ cm respectiv $d_0 = 0{,}6\sqrt{0{,}70} = 0{,}5$ cm

$$y = 195 \cdot 0{,}0537 \left(\frac{0{,}07}{0{,}5}\right)^2 . x^3 = 25 \quad x^3 = 122$$

$$x = 4{,}95 = 5 \text{ cm.}$$

h) *Concluzii*

Lățimea ambrazurii existente fiind $2 \times 140 = 280$ mm înseamnă că vinele de gaz nu pătrund decît pe o adîncime de $50 : 140 = 0{,}357$ din grosimea fluxului de aer. Rezultatul va fi deci că în porțiunile laterale pe o lățime de circa 36% amestecul va fi prea bogat în gaze, iar în restul de 64% fluxul va conține la început aer curat și amestecul se va face imperfect pe toată lungimea flăcării care va fi foarte lungă, și în mod inevitabil va antrena un exces mărit de aer și în același timp o creștere a procentului de nearse chimic.

9. Condiții suplimentare pentru obținerea unui amestec uniform în ambrazură

a) *Uniformitatea presiunii aerului și gazelor pe înălțimea ambrazurii.*

Pentru a arăta importanța acestei condiții se va cerceta situația reală la arzătorul examinat mai sus, caracterizat prin (fig. 4):

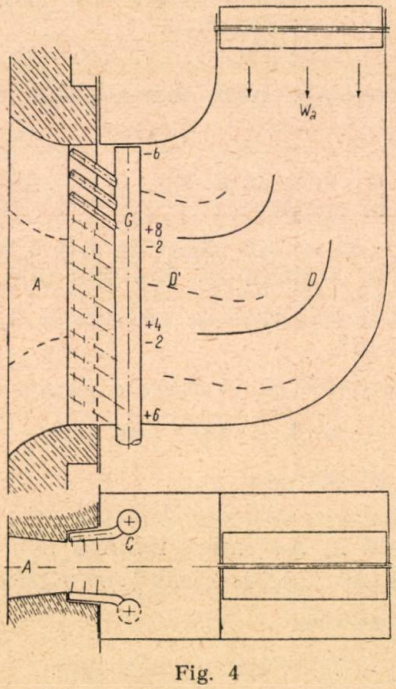


Fig. 4

— distribuitorul de gaze este alimentat numai de la un capăt;

— racordul la colectorul de aer prezintă o curbă scurtă la 90°.

Neuniformitatea presiunii gazelor în distribuitor: La debitul nominal al unui tub de 0,468 m³/s : 2 = 0,234 m³/s corespunde:

— viteza la partea inferioară a tubului

$$W_i^g = 0{,}234 : 0{,}78\,(0{,}125)^2 = 19 \text{ m/s};$$

— idem în partea superioară $W_g^s = 0$;

— variația presiunii dinamice pe înălțimea tubului:

$$\Delta h_d = \frac{\gamma . W^2}{2g} = \frac{0{,}675\,(19)^2}{19{,}62} = 12{,}5 \text{ kg/m}^2;$$

— pierderea de presiune prin frecare la o viteză descrescătoare de la 19 m/s la 0 este mai mică de 3 kg/m²;

— creșterea presiunii statice pe înălțimea tubului

$$\Delta h_s = \Delta h_d - h_f = 12{,}5 - 2{,}5 = 10 \text{ kg/m}^2;$$

— presiunea medie în tub corespunzătoare vitezei de scurgere de 70 m/s găsită în exemplul numeric de mai sus este de:

$$p_m = \frac{\gamma . W_2^2}{2\,g} = \frac{0{,}675\,(70)^2}{19{,}62} = 170 \text{ kg/m}^2;$$

— variația presiunii statice pe înălțimea tubului este deci de $10 : 170 = 6\%$ care conduce la o variație de debit de circa 3%, ceea ce este suportabil.

Neuniformitatea examinată poate fi încă atenuată prin mărirea diametrului tubului sau și mai simplu mărind presiunea de lucru așa cum s-a făcut la dimensionarea corectă a arzătorului reducînd secțiunea de scurgere a gazelor. Într-adevăr presiunea gazelor în tub crescînd de la 170 kg/m² la 560 kg/m², neuniformitatea scade sub 1%.

Neuniformitatea presiunii aerului la intrarea în ambrazură. Această neuniformitate rezultă din schimbarea cu 90° a direcției curentului de aer în canalul de racordare de la colectorul principal la ambrazură, schimbare care are ca efect creșterea presiunii în exteriorul curbei și scăderea ei în interior. Pentru că calculul acestui efect ar depăși cadrul acestui studiu, se vor arăta numai rezultatele unei măsurători, notate și în fig. 4 și din care rezultă că neuniformitatea este mare deși canalul este prevăzut cu două table directoare *D*. Acest neajuns poate fi atenuat pe următoarele căi:

— reducerea vitezei în canal prin mărirea secțiunii acestuia;

— mărirea numărului de table de repartiție;

— introducerea de table cu profil special *D'* (reprezentate punctat în fig. 4) pentru uniformizarea fluxului;

— lungirea porțiunii orizontale înainte de intrare în ambrazură.

b) *Uniformitatea amestecului în ambrazură.*

Aceasta poate fi ameliorată executînd găurile de scurgere a gazului nu toate cu același diametru, ci cu diametre diferite.

Din fig. 3 se vede că dacă găurile s-ar face alternat cu $d_0 = 8$ mm și $d_0 = 6$ mm deși pătrunderea vinelor găurilor de 6 mm este inferioară celor de 8 mm, uniformitatea reparti-

ției gazelor în ambrazură va fi totuși îmbunătățită. Evident că în acest caz numărul găurilor va fi mărit în consecință.

10. Difuzarea flăcării în focar

Difuzarea este necesară pentru a obține o mai bună umplere a camerei de ardere și deci o solicitare mai uniformă a ecranelor. Deși foarte importantă în sine, această problemă nu intră în specificul studiului și deci nu va fi tratată în detaliu, schițîndu-se numai mijloacele de realizare:

a) la ambrazurile circulare:

imprimînd aerului o mișcare de rotație fie prin palete dispuse la intrarea în ambrazură (așa cum se va arăta în capitolul următor), fie cu ajutorul unei spirale exterioare;

b) la ambrazurile dreptunghiulare:

— dispunerea acestora în opoziție pe pereții laterali;

— dispunerea în colțuri în opoziție sau tangente la un cerc interior;

— dispunerea în două etaje pe peretele frontal și avînd înălțime mare: foarte înguste și înalte.

III. REALIZAREA PRACTICĂ A TIPURILOR DE ARZĂTOARE PRECONIZATE

În esență condițiile de funcționare economică a arzătoarelor, expuse mai sus, sînt:

a) Întîlnirea celor două fluide în zona de amestec la un unghi de 90° sau cît mai apropiat de acesta.

b) Alegerea diametrului găurilor de scurgere a gazelor și a lățimii zonei de amestec (respectiv grosimea fluxului de aer) astfel încît pătrunderea vînei să fie de ordinul 80—90% din lățime, pentru o flacără transparentă, respectiv de circa 50—70% pentru o flacără radiantă.

Cum se realizează aceste două condiții esențiale la cele două tipuri de arzătoare mai răspîndite se vede din fig. 4 și fig. 5.

Alte detalii constructive, cum și modul de comportare în exploatare se arată pe scurt în cele ce urmează.

A. *La arzătoarele cu secțiunea circulară a ambrazurii, care sînt de preferat în cazul instalării pe pereți neecranați*:

a) Distribuitorul *G* poate fi executat turnat din fontă sau sudat din tablă de fier de circa 4—5 mm și este dispus astfel încît căldura primită prin radiație de la flacără să fie neînsemnată și deci pericolul de ardere să fie exclus. O încălzire anormală a distribuitorului poate să aibă loc numai dacă se fac următoarele greșeli de dimensionare care ar avea drept consecință aprinderea chiar la ieșirea din găuri:

— viteza de scurgere a gazului foarte mică;

— viteza aerului prea mică în zone de amestec;

— diametrul găurilor foarte mic.

b) Discul *D* din material refractar și îmbrăcat cu tablă pe una din fețe este susținut de un tub central cu ajutorul căruia se centrează cu distribuitorul.

Prin intermediul a două mînere, discul poate fi deplasat axial, variind în acest fel lățimea secțiunii de aer în zona de amestec și deci

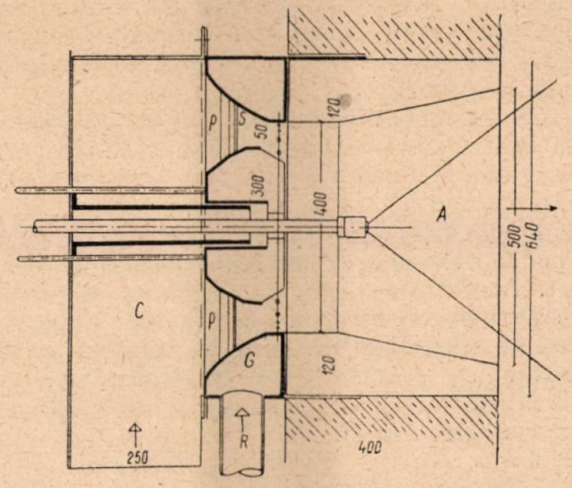


Fig. 5

influențînd într-o oarecare măsură aspectul flăcării. La nevoie acest lucru poate fi obținut (nu însă în exploatare) și prin schimbarea diametrului găurilor pentru a modifica pătrunderea în sensul dorit.

c) Dacă conformația camerei de ardere impune o flacără scurtă și desfăcută se poate monta pe îmbrăcămintea discului un sistem de palete *p* a căror curbură determină unghiul de desfacere a flăcării; se precizează însă că aceste palete măresc consumul de energie al ventilatorului de aer, și nefiind necesar pentru obținerea unui amestec intim, ele nu vor fi introduse decît în scopul arătat dacă este cazul.

B. *La arzătoarele cu secțiunea ambrazurii dreptunghiulară care se întîlnesc mai frecvent la cazanele mari ecranate pe toți pereții*:

a) Distribuitorul se realizează fie dintr-un tub unic turtit și adus la forma din fig. 2, fie din mai multe țevușoare înclinate așa cum se vede în fig. 4.

Ca și la forma circulară, îndepărtarea aprinderii de distribuitor se obține prin aceiași factori: diametrul găurilor și vitezele gazelor și aerului.

b) Pentru o mai bună umplere a camerei ca și pentru scăderea supraîncălzirii într-o oarecare măsură se pot folosi palete din oțel rezistent la foc sau din material refractar dispuse așa cum se arată în fig. 4.

621.039 :621.311.25 : 621.316.31

Schemele electrice ale serviciilor proprii din centralele nuclearoelectrice

PAUL RAŞCU*) — Bucureşti

Se examinează condiţiile speciale cerute pentru asigurarea alimentării cu energie electrică a serviciilor proprii ale centralelor nuclearoelectrice şi se prezintă scheme electrice ale acestor servicii în cîteva centrale realizate sau în construcţie

Alegerea schemelor electrice de alimentare a consumatorilor serviciilor proprii ale centralelor nucleare se face ţinînd seama de caracteristicile specifice ale acestor centrale.

O caracteristică principală constă în faptul că la centralele nuclearoelectrice în zona producerii energiei calorice se află înmagazinată în combustibil o energie potenţială foarte mare, care în condiţii normale se repartizează pe o perioadă îndelungată de funcţionare a centralei. Acest lucru este fundamental deosebit de centralele termice clasice, în care combustibilul se introduce în focar pe măsură ce se consumă, iar o întrerupere în alimentarea cu combustibil determină în mod inevitabil oprirea funcţionării centralei.

Datorită acestui fapt, negarantarea unui regim sigur de funcţionare pentru consumatorii serviciilor proprii poate avea repercusiuni grave atît pentru echipament cît şi pentru personalul de exploatare al centralei. La aceasta se adaugă şi natura radioactivă a substanţelor ce se obţin în funcţionare normală la centralele nuclearoelectrice care, în caz de avarie, se pot împrăştia la distanţe mari contaminînd regiunile învecinate.

De asemenea, trebuie ţinut seama că în stadiul actual al tehnicii, în care centralele nuclearoelectrice sînt rentabile în special pentru puteri instalate mari (în prezent s-a ajuns la centrale nucleare cu o putere electrică disponibilă de circa 500 MW), ieşirea din funcţiune parţial sau total a acestor centrale poate produce tulburări importante în acoperirea sarcinilor sistemului energetic.

Toate aceste motive conduc la a se da o importanţă deosebită alimentării cu energie electrică a consumatorilor serviciilor proprii ale centralelor nuclearoelectrice, acestea fiind considerate în ceea ce priveşte siguranţa de alimentare cu energie electrică consumatori de gradul întîi.

1. Condiţii speciale cerute alimentării serviciilor proprii ale centralelor nucleare

Puterea degajată de reactorul nuclear este proporţională cu intensitatea fluxului de neutroni şi depinde de numărul de fisiuni ce au loc în unitatea de timp în zona activă. Din cauza numărului foarte mare de neutroni ce iau parte la procesul de fisiune şi a succesiunii extrem de rapide a generaţiilor de neutroni ce apar în urma divergenţei reacţiei în lanţ, este posibil ca în unele situaţii puterea reactorului să crească foarte mult în intervale de timp extrem de scurte. Cum măsurarea puterii şi controlul mărimii ei se realizează cu aparate a căror funcţionare se bazează pe curenţi ionici slabi, formaţi din particule a căror masă este foarte mică şi care practic nu au inerţie, o întrerupere oricît de mică în alimentarea cu energie electrică a acestor aparate (de ex. : camere de ionizare, aparatură electronică de amplificare, aparatură de comandă şi de dozimetrie etc.) conduce la imposibilitatea măsurării şi controlului puterii reactorului. Datorită acestui fapt, pentru a preveni o creştere bruscă şi deosebit de periculoasă a puterii reactorului fără a avea posibilitatea de control şi nici de acţionare, chiar şi la cea mai mică întrerupere în alimentarea cu energie electrică a serviciilor proprii, se introduc barele de avarie în zona activă a reactorului determinînd astfel oprirea preventivă a reacţiei în lanţ. Din acest punct de vedere sistemele obişnuit utilizate pentru mărirea siguranţei în alimentarea consumatorilor serviciilor proprii a centralelor electrice clasice ca reanclanşarea rapidă a fiderilor, reanclanşarea automată a rezervei etc. chiar la întreruperi de ordinul zecimilor de secundă nu sînt eficace în cazul centralelor nucleare şi nu pot împiedica ieşirea din funcţiune a reactorului.

În caz de întrerupere a alimentării principale a serviciilor proprii, sursa de siguranţă trebuie să facă posibilă fie :

a) repunerea în funcţiune a reactorului şi aducerea lui în cel mai scurt timp la regimul de încărcare avut înainte de defect ;

b) asigurarea continuării funcţionării instalaţiilor anexe ale reactorului pînă la deplina oprire a acestuia.

În primul caz desigur că toate dispoziţiile şi automatizările utilizate în centralele clasice contribuie la reducerea perioadei de timp necesară aducerii reactorului în regimul de funcţionare avut înainte de defect. După restabilirea alimentării serviciilor proprii principale, urmează apoi ridicarea barelor de avarie din zona activă şi efectuarea manevrelor obişnuite pentru mărirea sarcinii reactorului. Cu cît această operaţie are loc într-un timp mai scurt

*) Ing. *P. Raşcu* este şef de proiect la Institutul de Studii şi Proiectări Energetice din Bucureşti.

față de momentul apariției avariei, cu atît condițiile ce determină reacția în lanț vor fi modificate mai puțin și deci restabilirea lor se va putea face mai repede. La centralele nuclearoelectrice realizate pînă în prezent, durata acestui interval de timp este cuprinsă între un sfert și o jumătate de oră.

În cazul al doilea, cînd datorită urmărilor avariei, restabilirea funcționării normale a centralei nu mai este posibilă, se caută ca prin alimentarea unei anumite grupe de consumatori din serviciile proprii ale centralei să se continue exploatarea unor instalații indispensabile funcționării reactorului în regimul ce precede oprirea lui de la trecerea din plină sarcină. Este cunoscut fenomenul de „inerție termică a reactoarelor nucleare", cînd și după oprirea reacției în lanț, datorită stării tranzitorii de excitație a produselor de fisiune conținute în elementele combustibile, se mai degajă un anumit timp o cantitate de căldură care trebuie evacuată pentru a nu se ajunge în zona activă la ridicări generale de temperatură nepermise, sau la supraîncălziri locale periculoase. În acest scop trebuie asigurată în orice situație alimentarea cu energie electrică a unui număr minim de consumatori de forță și de comenzi, semnalizări și măsurători indispensabile unui control satisfăcător al funcționării instalațiilor pînă la oprirea totală și în bune condiții a reactorului nuclear.

Plecînd de la aceste considerente se obișnuiește, ca în ceea ce privește siguranța de alimentare cu energie electrică, să se împartă consumatorii serviciilor proprii ale centralelor nuclearoelectrice în următoarele trei categorii :

a) Consumatori ce admit o întrerupere de durată mai lungă a alimentării cu energie electrică fără a aduce prejudicii unei bune funcționări a instalațiilor (de ex. : serviciile generale ale centralei, atelierul mecanic, ventilația obișnuită, iluminatul general etc.).

b) Consumatori ce admit o întrerupere temporară a alimentării cu energie electrică (2—3 ore) fără a aduce prejudicii unei bune funcționări a instalațiilor (de ex. : ventilația bateriilor de acumulatoare, alimentarea tablourilor electrice obișnuite de laborator, anumite instalații speciale etc.).

c) Consumatori care nu admit nici întreruperi de scurtă durată a alimentării cu energie electrică ; în caz de întrerupere putînd determina deteriorarea instalațiilor sau punerea în pericol a vieților omenești (ex. : aparatele de măsură a puterii reactorului, a controlului dozimetric, a ventilației tehnologice speciale, a unor pompe pentru agenții de răcire a zonei active etc.).

Dacă pentru consumatorii din prima grupă nu se iau măsuri deosebite pentru asigurarea continuității alimentării cu energie electrică, în cazul al doilea se prevăd tablouri de distribuție locale racordate la două secții de bare ale serviciilor proprii alimentate de surse separate de energie.

Pentru consumatorii din ultima grupă, în afară de dubla alimentare se dispune și de o a treia sursă de energie electrică deosebită de primele. Ca a treia sursă se pot utiliza baterii de acumulatoare cu grupuri de convertizoare prevăzute cu motoare de curent continuu și generatoare sincrone sau cu grupuri Diesel-generatoare cu pornire rapidă. În alte centrale nuclearoelectrice alimentarea consumatorilor nedeconectabili din serviciile proprii se propune să se facă și prin realizarea altor scheme mai mult sau mai puțin complicate, urmînd ca eficacitatea lor să fie verificată în viitor în condiții de exploatare.

În cele ce urmează, se vor analiza considerațiile menționate în cazul unor tipuri specifice de scheme electrice ale serviciilor proprii din cîteva centrale nuclearoelectrice în funcțiune sau în construcție.

2. Soluții adoptate pentru alimentarea serviciilor proprii

2. 1. Centrala nuclearoelectrică de 5 MW de lîngă Moscova (U.R.S.S.). Reactorul centralei funcționează cu uraniu natural și ușor îmbogățit în U^{235}, avînd ca moderator grafitul. Schema termică a centralei cuprinde două circuite, în fiecare din ele agentul de răcire fiind apa obișnuită. Centrala este echipată cu un singur turbogenerator, cu o putere nominală de 5 000 kW, funcționînd la o tensiune de 6 kV.

Consumatorii serviciilor proprii însumînd o putere totală de circa 500 kW sînt împărțiți în ceea ce privește siguranța de alimentare a lor cu energie electrică în trei grupe racordate la trei secții de bare ce pot fi secționate în lung. Aceste bare se pot alimenta fie de la bornele generatorului de 5MW al centralei, fie printr-un transformator coborîtor de la rețeaua regională a sistemului energetic în care debitează centrala.

Alimentarea tuturor consumatorilor de categoria a doua se face de la tablourile electrice locale de distribuție, prin cîte două fidere, din care unul de rezervă. Alimentarea consumatorilor nedeconectabili în curent alternativ se face cu ajutorul bateriilor de acumulatoare și grupurilor convertizoare echipate cu motoare de curent continuu și generatoare sincrone de putere corespunzătoare.

2.2 Centrala nuclearoelectrică G1 de la Marcoule (Franța). Reactorul centralei funcționează cu uraniu natural, avînd ca moderator grafitul. Schema termică a centralei cuprinde două circuite, primul în care agentul de răcire este aerul și al doilea în care agentul de răcire este apa. Centrala este echipată cu un singur

turbogenerator cu o putere nominală de 5750 kW, putînd fi însă încărcat temporar şi la 8 000 kW, recuperînd parte din căldura degajată în zona activă a reactorului.

Centrala are trei secţii de bare colectoare de 5 500 V secţionate în lung (fig. 1). Generatorul

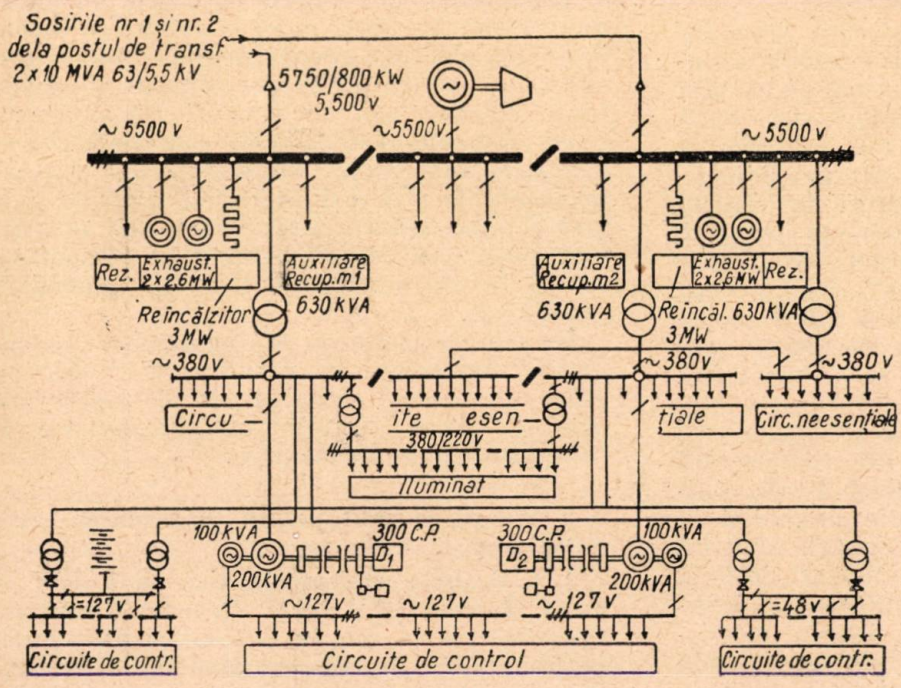


Fig. 1. Schema electrică de principiu a serviciilor proprii ale centralei nuclearoelectrice de la Marcoule.

centralei este cuplat la secţia de bare mijlocie. Secţiile de bare extreme primesc fiecare cîte o alimentare în cablu de la două staţii de transformare situate în apropiere şi sînt echipate cu transformatoare de 10 MVA racordate la reţeaua regională de 63 kV a sistemului.

În caz de avarie în sistem, plecările respective sînt deconectate, iar generatorul poate alimenta oricare din secţiile de bare extreme, asigurînd în regim de suprasarcină 8 000 kW timp de o jumătate de oră. Experienţa de exploatare a verificat că restabilirea situaţiei normale de alimentare din sistem a unei părţi din serviciile proprii ale centralei are loc înainte de terminarea rezervei de suprasarcină (disponibilului de abur) cu care poate lucra supraîncărcat generatorul centralei.

Puterea maximă însumată a tuturor consumatorilor din serviciile interne este de circa 8 000 kW. La secţiile de bare de 5,5 kV sînt racordaţi consumatorii de putere mare, ca motoarele de 2 600 kW ale ventilatoarelor de aer ale circuitului primar, încălzitoarele electrice de cîte 3 000 kW destinate preîncălzirii moderatorului de grafit pentru a micşora deformaţiile datorită dilatărilor etc. Consumatorii racordaţi în joasă tensiune (380 V) alimentaţi de la barele de 5,5 kV prin transformatoare de 630 kVA 5,5/0,4 kV sînt grupaţi în consumatorii esenţiali şi neesenţiali.

Consumatorii esenţiali, care trebuie să fie alimentaţi în orice situaţie cu energie electrică, sînt distribuiţi pe trei secţii de bare secţionate în lung, secţiile extreme primind energie prin transformatoare de 5,5/0,4 kV, iar secţia de bare mijlocie fiind legată printr-un cablu cu secţia de bare a consumatorilor neesenţiali alimentată de la 5,5 kV printr-un transformator identic cu primele.

Circuitele de măsură şi control ale reactorului, cerînd o alimentare în curent alternativ stabilizat sincron cu reţeaua principală şi fără oscilaţii mari la şocuri, primesc energia de la trei secţii de bare de 127 V prin intermediul a două generatoare de cîte 100 kVA, din care unul de rezervă. Aceste generatoare, acţionate în mod normal cu ajutorul unor alternatoare-motoare sincrone de 200 kVA alimentate de la secţiile de bare extreme de 380 V, se pot racorda fiecare prin ambreiaje electromagnetice cu cîte un motor Diesel de 300 Cp, 1 000 rot/min cu pornire automată rapidă prin cuplare la un volant cu inerţie mare ce se roteşte în permanenţă.

În caz de avarie în sistem, alternatorul-motor sincron de 200 kVA se decuplează, iar motorul Diesel porneşte, pînă la intrarea sa în regim normal, volantul cu inerţie mare menţinînd variaţia tensiunii de alimentare sub 5%. În acest timp transformatoarele de alimentare a serviciilor esenţiale ca şi plecările respective deconectează automat ca urmare a lipsei de tensiune pe barele de 380 V. După această operaţie întreruptoarele alternatoarelor de 200 kVA se închid, şi barele de 380 V căpătînd din nou tensiune, începe reanclanşarea într-o ordine stabilită a întreruptoarelor plecărilor şi ţinîndu-se seama de necesităţile de funcţionare ale anumitor consumatori, de posibilităţile de încărcare ale motorului Diesel şi de excitaţia generatorului sincron.

La restabilirea situaţiei normale în sistem, schema revine în mod automat printr-o serie de manevre la vechea situaţie. Toate manevrele se fac în mod automat şi se execută foarte rapid încît frecvenţa reţelei de 127 V este puţin influenţată.

Alimentarea circuitelor de control în curent continuu la tensiunile de 127 şi 48 V prin secţii

separate de bare se face prin cîte două redresoare și două transformatoare racordate la fiecare din sistemele de bare extreme de 380 V ale consumatorilor esențiali. Printr-un joc de comutatoare pe partea de curent continuu se asigură alimentarea circuitelor respective în condiții de siguranță mărită. Din aceleași motive barele de curent continuu de 127 V mai primesc și o alimentare de rezervă de la o baterie de acumulatoare corespunzător dimensionată.

2 3. **Centrala nuclearoelectrică de la Dounreay (Anglia).** Centrala este prevăzută cu un reactor rapid care funcționează cu plutoniu 239 sau uraniu 233, pe care și le produce singur prin transformarea uraniului 238 sau thoriului 232.

Schema termică a centralei cuprinde trei circuite, circuitul primar și intermediar în care agentul de răcire este sodiul metalic topit și circuitul secundar în care agentul de răcire este apa. Centrala este echipată cu un singur turbogenerator cu o putere nominală de 15 MW, funcționînd la tensiunea de 11 kV. Generatorul centralei debitează energia pe un sistem de bare colectoare, la care se racordează și un transformator de forță ce face legătura dintre acestea și rețeaua de 132 kV a sistemului energetic (fig. 2). Consumatorii la joasă tensiune (415 V) din serviciile proprii sînt împărțiți în două grupe și sînt racordați la bare colectoare secționate în lung și alimentate fiecare prin cîte un transformator de 1 000 kVA, 11/0,4 kV. La fiecare din aceste două secții de bare se racordează cîte trei grupuri Diesel-generatoare de 220 kW fiecare, putînd asigura împreună în caz de avarie în sistem alimentarea tuturor consumatorilor secției de bare respective.

Consumatoriii ce necesită alimentare în curent continuu și o parte din consumatorii nedeconectabili sînt racordați la bare colectoare cu tensiunile de 240 V și 50 V și primesc energia de la fiecare din secțiile de bare de joasă tensiune prin transformatoare coborîtoare și redresoare uscate. La fiecare din aceste sisteme de bare se racordează în același timp și baterii de acumulatoare corespunzător dimensionate pentru a asigura continuitatea în alimentarea cu energie electrică a consumatorilor nedeconectabili și în caz de avarie.

Alimentarea consumatorilor nedeconectabili în curent alternativ 110 V din instalațiile reactorului și a camerei de comandă se face de la barele de curent continuu de 240 V, cu ajutorul unor grupuri convertizoare (dublate ca număr din motive de siguranță) echipate cu motoare de curent continuu și generatoare sincrone.

Restul consumatorilor nedeconectabili din instalațiile de răcire ale reactorului sînt alimentați de 18 Diesel-generatoare de 120 kW 415 V grupate cîte trei, în fiecare grup unul dintre agregate fiind de rezervă și putînd înlocui pe oricare din celelalte două.

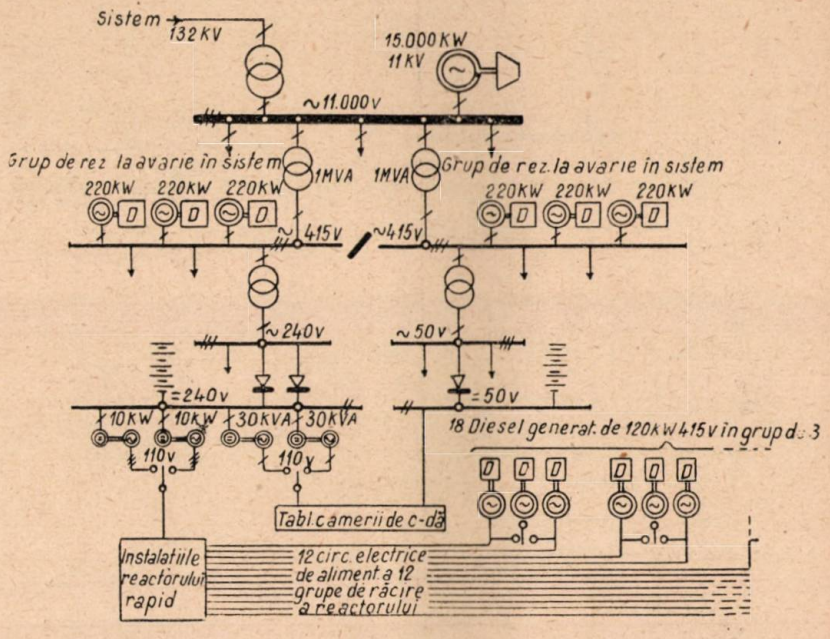


Fig. 2. Schema electrică de principiu a serviciilor proprii ale centralei nuclearoelectrice de la Dounreay.

2.4. **Centrala nuclearoelectrică Indian Point (S.U.A.).** Reactorul centralei funcționează cu uraniu mult îmbogățit cu U^{235} avînd ca moderator apa obișnuită. Schema termică a centralei cuprinde două circuite, în fiecare din ele agentul de răcire fiind apa. În circuitul al doilea de răcire are loc o supraîncălzire a aburului cu ajutorul unui combustibil clasic (păcură) pentru a se obține parametri mai înalți la intrarea în turbină. Centrala este echipată cu un singur grup turbogenerator, cu o putere nominală de 236 MW funcționînd la tensiunea de 13,8 kV.

Generatorul debitează energie pe un sistem de bare colectoare la care se racordează două transformatoare de putere ce fac legătura centralei cu rețeaua de 138 kV a sistemului energetic (fig. 3). Consumatorii serviciilor proprii împărțiți în trei grupe sînt racordați la un sistem de bare colectoare de 13,8 kV secționate în lung în trei secții. Secțiile extreme se alimentează din rețeaua de 138 kV prin transformatoare coborîtoare de putere corespunzătoare, iar secția de bare mijlocie este alimentată de la bornele generatorului centralei printr-o bobină de reactanță pentru limitarea puterii curenților de scurtcircuit. De la fiecare din secțiile de bare de 13,8 kV se alimentează prin transformatoare coborîtoare consumatorii în joasă tensiune (480 V) ai serviciilor proprii.

Alimentarea consumatorilor nedeconectabili de putere mai mare, ca pompele circuitului primar şi secundar, iluminatul de avarie etc. se face în curent alternativ de la o altă secţie de bare de avarie, la care sînt racordate două grupuri turbogeneratoare, din care unul cu

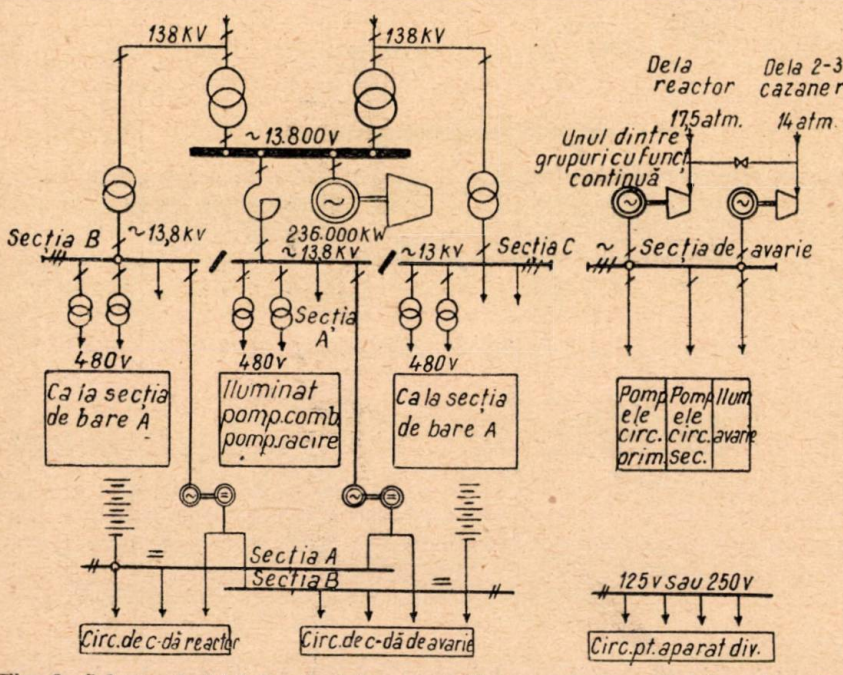


Fig. 3. Schema electrică de principiu a serviciilor proprii ale centralei nuclearoelectrice de la Indian Point S.U.A.

funcţionare continuă. Turbinele acestor grupuri pot primi abur fie direct de la reactorul centralei fie de la alte 2—3 cazane de rezervă.

Alimentarea consumatorilor nedeconectabili şi de putere mai mică, ca circuitele de comandă ale reactorului şi generatorului etc. se face în curent continuu de la două secţii de bare alimentate fiecare prin grupuri convertizoare echipate cu motoare de curent alternativ, racordate la două din secţiile de bare de 13,8 kV. Pentru alimentarea de siguranţă a acestor consumatori, se prevede racordarea pe fiecare secţie de bare a unor baterii de acumulatoare.

3. Concluzii

Din analizarea schemelor electrice ale serviciilor proprii ale centralelor nuclearoelectrice examinate, rezultă că, deşi de concepţii tehnice diferite, în toate cazurile se împart consumatorii în trei categorii în ceea ce priveşte siguranţa alimentării lor cu energie electrică şi se folosesc trei surse independente de energie.

În afară de sursele clasice, generatorul centralei propriu-zise şi sistemul energetic interconectat, ca sursă suplimentară de siguranţă se folosesc grupuri Diesel-electrice sau baterii de acumulatoare cu grupuri convertizoare.

În cazul centralelor cu puteri instalate mari se observă necesitatea de a se adopta soluţii separate pentru asigurarea funcţionării consumatorilor nedeconectabili în curent continuu şi în curent alternativ.

Sistemele diferite propuse pentru alimentarea serviciilor proprii urmează să se experimenteze în cursul următorilor ani şi în funcţie de rezultatele obţinute să se poată decide asupra eficacităţii soluţiilor utilizate.

Bibliografie

[1] * * *: *Dounreay's Fast Reactor.* Atomics Nuclear Energy, vol. 8, nr. 9 (1957)

[2] Lignières M.: *Les installations électromécaniques du réacteur G 1.* Bulletin de la Société Française des Electriciens nr. 76, April 1957.

[3] Danilă N.: *Centrale atomoelectrice.* Ed. Tehnică, Bucureşti, (1957).

[4] Milne G. şi Moore W.: *Centrala atomoelectrică de lîngă New-York.* Raport No. 269 J/17 la a 5-a Conferinţă energetică mondială. Voprosî Iadernîi Energhetiki Nr. 3(1957).

[5] Roux I. P.: *Le réacteur G 1 et sa centrale de récupération d'énergie.* La Technique Moderne nr. 4 şi nr. 6 aprilie şi iunie (1957).

621.316.727

Predeterminarea factorului de putere natural al întreprinderilor industriale

*D. CORBARU**) — Bucureşti

Se expune o metodă pentru predeterminarea prin calcul a factorului de putere natural al întreprinderilor industriale, mărime de bază pentru proiectarea instalaţiilor de ameliorare a cos φ al consumatorilor din industrie.

Una dintre principalele probleme la proiectarea alimentării cu energie electrică a întreprinderilor industriale este aceea a ameliorării factorului de putere.

*) Inginer proiectant principal la IPROMET.

Măsurile pentru realizarea unui factor de putere ridicat într-o întreprindere industrială se împart în două categorii:

a) Măsuri naturale, care constau în reducerea consumului de energie reactivă a întreprinderii

printr-o justă alegere a elementelor instalației uzinale, ca de exemplu a puterii nominale a motoarelor electrice în raport cu puterea necesară a utilajelor antrenate, a puterii transformatoarelor prin folosirea motoarelor sincrone în locul celor asincrone, în special în cazul motoarelor de puteri mari etc. Măsurile naturale de ameliorare a factorului de putere nu implică în general instalații speciale și investiții suplimentare importante și ele trebuie totdeauna aplicate la proiectarea întreprinderilor industriale.

b) *Măsuri artificiale*, care constau în compensarea consumului de energie reactivă prin instalarea de generatoare de putere reactivă, ca de exemplu compensatoare sincrone sau condensatoare statice. Aplicarea acestor măsuri artificiale implică instalații speciale și investiții suplimentare, care pot deveni importante. De aceea, adoptarea lor la proiectarea unei întreprinderi industriale nu se poate face decît pe baza unui studiu tehnico-economic prealabil asupra necesității și caracteristicilor instalației de compensare.

Mărimea de la care se pornește la întocmirea acestui studiu tehnico-economic este factorul de putere mediu anual al întreprinderii, determinat după aplicarea tuturor măsurilor naturale și înaintea aplicării oricărei măsuri artificiale de ameliorare. Această mărime se numește factorul de putere natural anual al întreprinderii industriale.

În cele ce urmează, se expune o metodă pentru predeterminarea prin calcul a factorului de putere natural al întreprinderilor industriale.

I

Factorul de putere al unei întreprinderi industriale, ca și puterea cerută, este o mărime variabilă în timp, care depinde de o serie de parametri, ca de exemplu numărul și felul receptoarelor în funcțiune, gradul de încărcare al motoarelor electrice și al transformatoarelor etc. Curba de variație a factorului de putere într-o perioadă de timp, curbă care este diferită de aceea a variației puterii cerute, este — în general — imposibil de determinat la proiectarea întreprinderii.

De aceea, ca și în cazul puterii cerute, este necesar să se stabilească o valoare medie a factorului de putere, pentru un interval de timp T. Această valoare medie se determină din relația :

$$\cos \varphi = \sqrt{\frac{W_a^2}{W_a^2 + W_r^2}}, \qquad (1)$$

în care :

$\cos \varphi$ este valoarea medie a factorului de putere în intervalul T ;

W_a — consumul de energie activă al întreprinderii, în intervalul T, exprimat în kWh ;

W_r — consumul de energie reactivă al întreprinderii în intervalul T, exprimat în kVArh.

Factorul de putere natural al întreprinderii definit mai sus, care stă la baza întocmirii studiului măsurilor artificiale de ameliorare, se determină din relația (1), considerînd intervalul de timp T egal cu un an și calculînd mărimile W_a și W_r după aplicarea tuturor măsurilor naturale și înaintea aplicării oricărei măsuri artificiale de ameliorare.

Alegerea intervalului de timp de un an este justificată din următoarele considerente : într-o întreprindere cu un anumit profil tehnologic și o anumită capacitate de producție bine stabilite, consumurile de energie electrică — activă și reactivă — variază mult de la o zi la alta, de la săptămînă la săptămînă și de la lună la lună, în cursul aceluiași an și pentru perioada corespunzătoare (zi, săptămînă, lună) de la an la an. Factorii de putere medii zilnici, săptămînali și lunari corespunzători acestor consumuri au și ei valori care variază mult și în mod neregulat. Nici una dintre aceste valori nu este caracteristică și reprezentativă pentru întreprinderea respectivă. În schimb, consumurile de energie activă și reactivă anuale și, deci, factorul de putere natural anual rămîn practic constante atît timp cît profilul tehnologic și capacitatea de producție a întreprinderii nu se schimbă. Acest factor de putere natural, constant, este caracteristic întreprinderii și trebuie luat ca punct de plecare în studiul metodelor artificiale de ameliorare.

Determinarea factorului de putere natural anual al unei întreprinderi existente se face ușor cu relația (1), prin citirea contoarelor de energie activă și reactivă. În cazul proiectării unei întreprinderi noi sau al sistematizării și măririi unei întreprinderi existente, această determinare trebuie făcută la proiectare, fie prin comparație cu întreprinderi similare existente, fie, cînd acest lucru este imposibil din lipsă de date, printr-o metodă de predeterminare prin calcul.

Metoda de predeterminare prin calcul propusă mai jos a fost verificată în practica de proiectare a întreprinderilor și a dat rezultate satisfăcătoare.

II

Din relația (1) rezultă că determinarea factorului de putere natural anual se reduce la determinarea, la proiectare, a consumurilor de energie activă și reactivă anuale ale întreprinderii industriale respective.

Calculul consumului anual de energie activă al unei întreprinderi industriale se face prin

Tabela 1

Coeficienţii de cerere, factorii de putere şi coeficienţii de consum ai diferitelor categorii de receptoare

Nr. crt.	Categoria receptoarelor	Coeficient de cerere K_c	Cos φ	tg φ	Coeficient de consum Z_c
1	Motoare electrice bine încărcate, cu mers continuu, ale ventilatoarelor, pompelor, compresoarelor, benzilor rulante, transportoarelor, convertizoarelor, maşinilor de sudură cu mai multe locuri de lucru, transmisiilor etc	0,75	0,8	0,75	0,54
2	Ventilatoarele pentru condiţionarea aerului şi aeroterme	0,70	0,8	0,75	0.50
3	Motoarele maşinilor-unelte cu acţionare individuală şi regim de lucru normal, strunguri, maşini de găurit, freze, morteze etc.	0,20	0,6	1,33	0,15
4	Motoarele maşinilor-unelte cu acţionare individuală şi regim de lucru greu : prese excentrice, strunguri automate şi revolvere, strunguri de cojit, freze pentru roţi dinţate etc	0,25	0.6	1,33	0,18
5	Motoarele maşinilor-unelte cu acţionare individuală şi regim de lucru foarte greu : tamburi de curăţat, mori cu bile, maşini de sfărîmat, maşini de forjat şi de trefilat, prese cu arbore cotit, ciocane cu transmisie	0,45	0,65	1,17	0,32
6	Motoare electrice cu funcţionare intermitentă : macarale, funiculare, transmisii auxiliare, căi cu role, mese de ridicat, foarfeci etc : a) cu regim uşor b) cu regim greu	0,10 0,15	0,45	1,96	0,06 0,10
7	Aparate de încălzire, cuptoare cu rezistenţă, cuptoare de uscat, fierbătoare de clei, băi etc.	0,60	0,95	0,32	0,45
8	Transformatoare pentru sudură cu arc	0,37	0,35	2,65	0,24
9	Aparate de sudură cu transformator de sudură cap la cap şi prin puncte, încălzitoare pentru bandaje etc	0,42	0,7	1,02	0,30
10	Grupuri de sudură cu un singur post de lucru	0,51	0,65	1,17	0,37
11	Iluminat	0,8	1	—	0,75

metoda coeficienţilor de consum simultan cu calculul prin metoda coeficientului de cerere, al puterii cerute a întreprinderii.

Se procedează în modul următor :

1. Se împart receptoarele electrice ale întreprinderii în categorii, conform tabelei 1. Fiecărei categorii de receptoare îi corespunde un coeficient de cerere K_c, un coeficient de consum Z_c, un factor de putere cos φ şi o putere instalată P exprimată în kW.

Se determină pentru fiecare categorie de receptoare :

— puterea cerută activă : $P_c = K_c \cdot P$ (kW) (2)

— puterea cerută reactivă : $Q_c = P_c \cdot \operatorname{tg}\varphi$ (kVAr) (3)

— consumul anual de energie electrică activă :

$$W_a = Z_c \cdot P \cdot T \text{ (kWh/an)}; \quad (4)$$

T este numărul orelor de funcţionare anual, care se ia :

— pentru receptoare de forţă care lucrează un schimb de opt ore 2 330 ore/an ;
— pentru receptoare de forţă care lucrează două schimburi de opt ore 4 660 ore/an ;
— pentru receptoare de forţă care lucrează trei schimburi de opt ore 6 640 ore/an ;
— pentru receptoare de forţă care lucrează trei schimburi de opt ore fără întrerupere 8 100 ore/an :
— pentru iluminatul exterior 3 330 ore/an ;
— pentru iluminatul interior conform tabelei 2

Tabela 2

Numărul orelor de funcţionare anual al instalaţiilor interioare de lumină

Nr. crt.	Latitudinea geografică, grade	Ore de funcţionare anual		
		1 schimb	2 schimburi	3 schimburi
1	40	650	2 300	4 600
2	50	800	2 500	4 700
3	60	850	2 500	4 800

Notă : Pentru latitudini intermediare, numărul orelor de funcţionare se determină prin interpolare.

2. Se calculează din cele de mai sus :

— puterea cerută activă totală :

$$P_{ct} = \Sigma P_c \text{ (kW)}; \quad (5)$$

— puterea cerută reactivă totală :

$$Q_{ct} = \Sigma Q_c \text{ (kVAr)}; \quad (6)$$

— consumul anual total de energie activă :

$$W_{at} = \Sigma W_a \text{ (kWh/an)}; \quad (7)$$

3. Se deduc următoarele mărimi :

— puterea cerută aparentă totală :

$$S_{ct} = P_c^2 t + Q^2_{ct} \text{ (kVA)}; \quad (8)$$

— numărul de ore de utilizare anuală a puterii cerute :

$$T_a = \frac{W_{at}}{P_{ct}} \text{ (ore/an)}; \quad (9)$$

— factorul de putere al puterii cerute

$$\cos\varphi = \frac{P_{ct}}{S_{ct}}. \quad (10)$$

Precizăm că factorul de putere al puterii cerute nu trebuie confundat cu factorul de putere natural; el are o valoare mult mai ridicată și corespunde unei sarcini maxime, care se produce numai în anumite momente și durează în genere un timp scurt. În nici un caz, el nu poate fi luat ca bază în proiectarea instalațiilor de ameliorare.

III

Pentru determinarea energiei reactive consumată anual de către o întreprindere industrială, nu s-a ajuns încă în literatura tehnică de specialitate la o metodă unică, universal acceptată și folosită.

Metoda de calcul propusă aici are la bază studiile teoretice și experiența practică asupra consumurilor de energie reactivă a întreprinderilor industriale existente.

Consumatorii principali de energie reactivă dintr-o întreprindere industrială sînt receptoarele de forță și, în special, motoarele asincrone și transformatoarele. Din datele culese din practică, receptoarele de forță și transformatoarele consumă circa 90% din întreaga putere reactivă absorbită de o întreprindere. Restul de circa 10% reprezintă consumurile de putere reactivă ale rețelei electrice uzinale.

Energia reactivă consumată anual se poate atunci scrie sub forma:

$$W_r = W_r' + W_r'' + W_r''' \text{ (kVArh/an)} \quad (11)$$

în care:

W_r' este energia reactivă consumată de receptoarele de forță;

W_r'' — energia reactivă consumată de transformatoare;

W_r''' — energia reactivă consumată în rețeaua electrică.

Pentru a determina pe W_r, se calculează în mod separat W_r', W_r'' și W_r'''.

Consumul anual de energie reactivă al receptoarelor de forță se determină printr-o relație analogă cu relația (9) și anume:

$$W_r' = Q_{ct} \cdot T_r \text{ (kVArh/an)}, \quad (12)$$

în care: Q_{ct} este puterea reactivă cerută, exprimată în kVAr și determinată prin relația (6);

T_r — umărul de ore de utilizare anual al puterii reactive cerute.

T_r este, în general, mai mare decît numărul de ore de utilizare a puterii cerute active T_a. În proiectare, se poate însă considera T_r practic egal cu T_a și, în consecință, relația devine:

$$W_r' = Q_{ct} \cdot T_a \text{ (kVArh/an)}. \quad (13)$$

Puterea reactivă absorbită de transformatoare servește, pe de o parte, pentru întreținerea fluxului magnetizant și, pe de altă parte, pentru acoperirea pierderilor datorite fluxurilor de scăpări.

Puterea reactivă care servește la întreținerea fluxului magnetizant este o cantitate practic independentă de sarcina transformatoarelor. Energia reactivă consumată anual de transformatoare pentru întreținerea fluxului magnetizant se determină din relația:

$$W_1'' = I_0 \cdot \sqrt{3} \cdot U \cdot T_t \text{ (kVArh/an)} \quad (14)$$

în care:

I_0 este curentul de mers în gol al transformatorului, în A;

U — tensiunea primară între faze în kV;

T_t — durata anuală de conectare a transformatorului în ore/an.

Ținînd seama că, în general, curentul de mers în gol este dat în procente din curentul nominal, adică $I_0\% = \frac{I_0}{I_n} \cdot 100$, relația (14) se scrie:

$$W_1'' = \frac{I_0\% S \cdot T_t}{100} \text{ (kVArh/an)}. \quad (15)$$

Curentul $I_0\%$ se ia din datele de fabricație a transformatoarelor.

S este puterea aparentă nominală a transformatorului, în kVA.

Durata de conectare a transformatorului T_t are următoarele valori:

— pentru un schimb de opt ore: $T_t = 2\,500$ ore/an;

— pentru două schimburi de opt ore: $T_t = 5\,000$ ore/an;

— pentru trei schimburi de opt ore: $T_t = 7\,000$ ore/an;

— pentru trei schimburi de opt ore, fără întrerupere $T_t = 8\,700$ ore/an.

Energia reactivă consumată de transformatoare pentru acoperirea pierderilor datorite fluxurilor de scăpări depinde de sarcină și se determină prin relația:

$$W_2'' = K_i^2 \cdot I_n^2 \cdot X \cdot \tau_t \text{ (kVArh/an)}, \quad (16)$$

în care:

K_i este coeficientul de încărcare al transformatorului;

I_n — curentul nominal primar al transformatorului, în A;

X — reactanța de scăpări a transformatorului, în ohmi;

τ_t — durata de utilizare anuală a maximului pierderilor transformatorului, în ore/an.

Înlocuind reactanța de scăpări X cu componenta reactivă a tensiunii de scurtcircuit U_{kr}, exprimată în procente,

$$U_{kr}\% = \frac{I_n \cdot X}{U_n} \cdot 100. \quad (17)$$

Rezultă din relația (16)

$$W_2'' = \frac{K_i \cdot U_{kr}\% \cdot S \cdot T_t}{100} \text{ (kVArh/an)}. \quad (18)$$

Coeficientul de încărcare K se determină prin relația:

$$K_i = \frac{P_{ct}}{S \cdot \cos\varphi}, \quad (19)$$

în care :

P_{ct} este puterea totală activă cerută, în kW, calculată cu relația (5) ;

S — puterea nominală aparentă a transformatorului în kVA ;

$\cos\varphi$ — factorul de putere al puterii cerute, calculat cu relația (10).

Durata de utilizare a maximului pierderilor transformatorului se determină din diagrama prezentată în fig. 1, în funcție de durata de utilizare anuală a puterii instalate a transformatorului T_i și în funcție de factorul de putere al puterii cerute $\cos\varphi$.

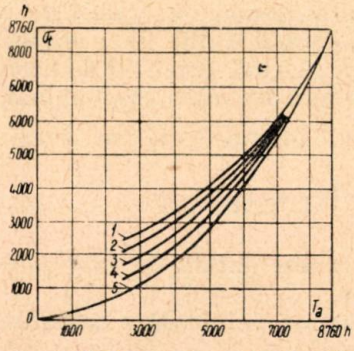


Fig. 1. Determinarea duratei de utilizare anuală în ore a maximului pierderilor în transformatoare σ_t, în funcție de durata anuală în ore a pierderilor active în transfomatoare T_a.

Durata de utilizare anuală a puterii instalate a transformatorului este o mărime convențională, care se determină prin relația :

$$T_i = \frac{W_a}{S} \text{ (h/an)} \quad (20)$$

în care W_a este consumul anual de energie activă, calculat prin relația (7).

Componenta reactivă procentuală a tensiunii de scurtcircuit se determină din datele de fabricație ale transformatoarelor și anume din :

— tensiunea de scurtcircuit : $U_k\%$,

— pierderile la scurtcircuit : P_k exprimate în W.

Se calculează componenta activă a tensiunii de scurtcircuit a transformatorului, U_{ka}, prin relația :

$$U_{ka}\% = \frac{P_k}{10S}, \quad (21)$$

în care S este puterea nominală aparentă a transformatorului, în kVA.

Se deduce U_{kr} din relația :

$$U_{kr}\% = \sqrt{U_k^2\% - U_{ka}^2\%}. \quad (22)$$

Pentru simplificare, s-au calculat în tabela 3, valorile lui U_{ka} și U_{kr} conform datelor din STAS 1703-50 pentru transformatoarele fabricate în R.P.R. Consumul total anual de energie reactivă al transformatoarelor este atunci :

$$W_r'' = W_1'' + W_2'' \text{ (kVArt/an)} \quad (23)$$

în care W_1'' este calculat cu relația (15) și W_2'' cu relația (18).

Rămîne de calculat energia reactivă, W_r'', consumată anual în rețeaua electrică a întreprinderii. Această energie reprezintă circa 10% din energia reactivă consumată de receptoarele de forță și transformatoare, adică :

$$W_r''' = 0{,}1\,(W_r' + W_r'') \text{ (kVArh/an)}. \quad (24)$$

Energia reactivă totală consumată anual de către întreprinderea industrială este atunci :

$$W = W_r' + W_r'' + W_r''' = 1{,}1\,(W_r' + W_r'') \text{ (kVArh/an)}. \quad (25)$$

Din valoarea lui W_a și W_r se calculează, cu relația (1), factorul de putere natural anual.

Tabela 3

Caracteristicile transformatoarelor trifazate
(Conform STAS 1703—50)

Puterea nominală S kVA	Valoarea nominală a tensiunii între faze, pînă la U kV	Pierderile nominale la scurtcircuit P_k W	Curentul de mers în gol față de curentul nominal I_0 %	Tensiunile de scurtcircuit față de tensiunea nominală		
				Total U_k %	Componenta activă U_{ka} %	Componenta reactivă U_{kr} %
10	6 10	335	10	5,5	3,35	4,35
20	6 10	600	10	5,5	3,00	4,55
30	6 10	850	9	5,5	2,83	4,66
50	6 10	1 350	8	5,5	2,70	4,79
	35		9	6,5	2,70	5,91
100	6 10	2 400	7,5	5,5	2,40	4,94
	35		8	6,5	2,40	6,04
180	10	4 100	7,5	5,5	2,27	5,00
	35	4 100	8	6,5	2,27	6,09
240	10	4 800	6	5,5	2,00	5,12
	35	5 000	7	6,5	2,08	6,15
320	10	6 200	6	5,5	1,93	5,15
	35	6 400	7	6,5	2,00	6,18
420	10	7 700	6	5,5	1,83	5,18
	35	8 300	7	6,5	1,97	6,19
560	10	9 400	6	5,5	1,67	5,24
	35	10 000	7	6,5	1,78	6,25
750	10	12 000	5,5	5,5	1,60	5,26
	35	12 700	6	6,5	1,69	6,27
1 000	10	15 000	5	5,5	1,50	5,29
	35	15 700	5,5	6,5	1,58	6,30
1 350	10	19 000	5	5,5	1,40	5,31
	35	19 900	5,5	6,5	1,47	6,33
1 800	10	24 000	4,5	5,5	1,33	5,33
	35	25 000	5	6,5	1,38	6,35

Metoda expusă permite predeterminarea factorului de putere natural la proiectarea unei întreprinderi industriale. Această mărime, diferită și totdeauna mai mică decît cea a factorului de putere al puterii cerute, trebuie luată ca bază pentru proiectarea instalațiilor de ameliorare a factorului de putere în întreprinderea respectivă.

Bibliografie

[1] Litvac I. V.: *Problemele ameliorării factorului de putere în întreprinderile industriale* (traducere din limba rusă) Edit. Energetică de Stat, 1952.

[2] Mukoseev I. L.: *Problemele alimentării cu energie electrică a întreprinderilor industriale*, Edit. Energetică de Stat, 1951.

[3] Piotrovski L. M.: *Mașini electrice* (traducere din limba rusă), Edit. Energetică de Stat, 1953.

[4] Voronov V. S. Lovțki N. N.: *Proiectarea utilajului electric de forță în întreprinderile industriale* (traducere din limba rusă) IPROMET, 1952.

[5] xxx *Proiectarea fabricilor de mașini*, vol. 14, cap. XV (traducere din limba rusă) I.P.L., 1950.

621.3.012.1(084.21)

Aparate pentru ridicarea diagramelor vectoriale

*LIONEL VAISMAN**) — Bucureşti

Se arată avantajele ridicării diagramelor vectoriale cu ajutorul decalometrelor şi se expun cîteva construcţii de asemenea aparate, din care una elaborată de autor.

În ultimii ani, în sistemele noastre energetice s-a introdus pe scară largă metoda ridicării diagramelor vectoriale ale curenţilor şi tensiunilor în circuitele de protecţie şi automatizare. Aceasta se explică prin eficacitatea metodei, care permite detectarea erorilor de schemă sau montaj, asigurînd funcţionarea corectă a aparatajului respectiv. După cum s-a mai arătat în literatura noastră tehnică [1], determinarea poziţiei relative a vectorilor de tensiune şi curent se efectuează în mod curent cu ajutorul wattmetrelor şi ca auxiliar al voltmetrelor şi ampermetrelor. De aici rezultă însă o serie de incomodităţi ale operaţiilor de determinare cum ar fi:

— necesitatea a diferite aparate de măsură, suficient de precise şi transportabile;

— repetate schimbări de conexiuni şi citiri de aparate;

— respectarea anumitor reguli convenţionale ca de pildă sensul circulaţiei energiilor active şi reactive, sensul pozitiv al indicaţiilor etc.;

— necesitatea unor construcţii grafice pe formulare speciale sau a calculelor;

— influenţa simetriei sistemului de tensiuni, a variaţiei parametrilor electrici ai circuitelor etc.;

— ca un rezultat al tuturor acestor factori — durata relativ mare a determinării.

Pentru a remedia neajunsurile arătate, în practica exploatării electrice din străinătate şi de la noi s-au elaborat diferite aparate care simplifică considerabil operaţiile de stabilire a poziţiei în spaţiu a vectorilor de tensiune sau curent. Aceste aparate sînt în general denumite decalometre sau vectorometre. În cele de mai jos se vor descrie cîteva construcţii simple de decalometre, care pot fi folosite pentru ridicarea diagramelor vectoriale curente. Ele au fost astfel alese, încît să permită realizarea cu uşurinţă în laboratoarele din sistemele energetice. Neîndoielnic că prin introducerea decalometrelor în practica de exploatare s-ar obţine avantaje considerabile.

Decalometrul cu redresor mecanic

Acest aparat este foarte răspîndit în U.R.S.S., fiind construit în serie mică de ŢLEM *). El se bazează pe procedeul utilizat mai demult în tehnica măsurării [2] redresorului mecanic şi este realizat după schema propusă de V. Z. Nikitski [3].

Decalometrul ŢLEM permite stabilirea decalajului între curenţi, tensiuni sau curenţi şi tensiuni cu o precizie de 1°—2° cum şi măsurarea tensiunii.

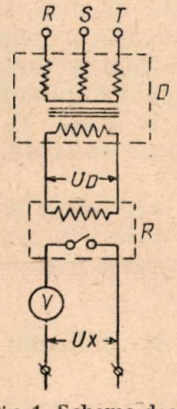


Fig. 1. Schema decalometrului cu redresor mecanic:
D — decalor; *R* — redresor mecanic; *V* — voltmetru magnetoelectric; U_d — tensiunea înfăşurării monofazice a decalorului; U_x — tensiunea cercetată.

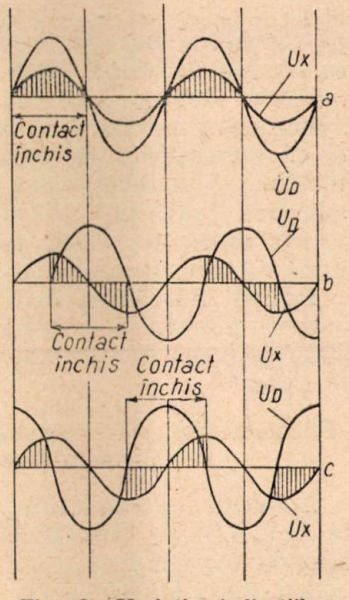


Fig. 2. Variaţia indicaţiilor voltmetrului:
a — la decalaj = 0; *b* — la decalaj = +90°; *c* — la decalaj = −90°.

După cum rezultă din fig. 1 aparatul constă dintr-un decalor de fază *D*, un redresor mecanic (vibrator) *R* şi un voltmetru de sistem magnetoelectric *V*.

Ca decalor se foloseşte un mic selsin a cărui înfăşurare trifazică se conectează la reţea, iar înfăşurarea monofazată se leagă cu bobinajul unui releu polarizat fără inerţie, folosit drept vibrator.

Contactul releului polarizat, inseriat cu voltmetrul, vibrează cu frecvenţa reţelei, alimentînd aparatul de măsură cu tensiunea a cărui decalaj se caută, numai cîte o semiperioadă din două. Cum voltmetrul este de sistem magnetoelectric, adică măsoară valoarea medie a tensiunii aplicate, indicaţiile lui sînt proporţionale cu suprafaţa sinusoidei tensiunii aplicate de contactul releului polarizat pe timp decîte o semiperioadă.

Dacă tensiunea culeasă de la decalorul *D* este în fază cu cea de măsurat (fig. 2, *a*), indicaţia

*) Ing. *L. Vaisman* este şeful serv. studii I.R.E.B.

**) ŢLEM — Laboratorul central şi atelierele experimentale ale sistemului energetic Moscova (Mosenergo).

voltmetrului V va fi maximă şi proporţională cu suprafaţa sinusoidei pentru o semiperioadă.

Dacă între cele două tensiuni există un decalaj de 90° într-un sens sau altul (fig. 2, *b* şi 2 *c*), suprafaţa sinusoidei pe timp de o semiperioadă fiind egală cu zero, indicaţia voltmetrului va fi nulă.

Pentru decalaje intermediare, indicaţiile voltmetrului vor fi proporţionale cu cosinusul unghiului de decalaj între cele două tensiuni.

Pe axa rotorului decalorului este fixat rigid un indicator care se roteşte împrejurul unei scări circulare, etalonată în grade. Aceasta este la rîndul ei mobilă, permiţînd alegerea valorii iniţiale faţă de care se determină decalajele.

Măsurarea decalajului între două tensiuni se efectuează după cum urmează: după conectarea decalorului la o reţea trifazică, se aplică pe voltmetru una din tensiunile cercetate. Apoi se roteşte decalorul pînă cînd indicaţia voltmetrului devine zero. În această poziţie se aduce scara mobilă pînă la coincidenţa originei ei cu indicatorul. Se conectează apoi a doua tensiune şi se roteşte din nou decalorul pînă la aducerea indicaţiei voltmetrului la zero. Valoarea citită pe scală este tocmai decalajul între vectorii de tensiune căutat.

Pentru măsurarea decalajului vectorilor de curenţi, aceştia se transformă în căderi de tensiune pe o rezistenţă fixă, care se poate îngloba în aparat.

Decalometrul de compensaţie cu indicator de zero ferodinamic

Aparatul reprezentat în fig. 3 a fost elaborat în U.R.S.S. de ORGRES *) şi este folosit pe larg de această întreprindere [4]. În esenţă el constă dintr-un decalor şi un indicator de zero.

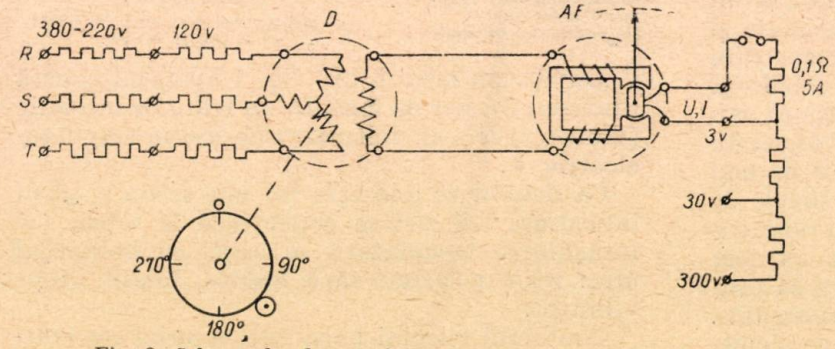


Fig. 3. Schema decalometrului cu indicator de zero ferodinamic:
D – decalor; *AF* – aparat de măsură ferodinamic.

Decalorul este realizat dintr-un mic selsin, care este alimentat de la o reţea trifazată de tensiune uzuală.

Tensiunea înfăşurării sale monofazice se aplică pe statorul unui aparat ferodinamic, de tipul IKO-42, folosit în aviaţie pentru indicarea direcţiei. Cadrul mobil al acestuia se alimentează de la tensiunea cercetată.

Prin rotirea decalorului, indicatorul aparatului solidarizat cu cadrul poate fi adus la valoarea zero, atunci cînd mărimea măsurată este la un decalaj de $\pm$ 90° faţă de tensiunea obţinută de la decalor.

Poziţiei de aducere la zero a aparatului îi corespunde o anumită valoare de unghi, citită pe o scală fixată de rotorul decalorului.

Repetînd măsurătorile pentru fiecare mărime cercetată, decalajul între ele este dat de diferenţele între citiri.

Aparatul posedă mai multe scale de tensiuni, obţinute prin introducerea în circuit a diferitelor rezistenţe adiţionale, iar pentru curent utilizează căderea de tensiune pe o rezistenţă fixă.

Sensibilitatea decalometrului ORGRES este de ordinul a $\pm$ 2° electrice. Cu unele modificări aparatul poate fi folosit şi pentru determinarea amplitudinii şi fazei curenţilor de dezechilibru în schemele de protecţie.

Decalometrul de compensaţie cu indicator de zero de inducţie

Acest aparat a fost elaborat de autor împreună cu tov. ing. Ionel Badea în laboratorul unui sistem energetic. Schema lui este arătată în fig. 4.

Drept decalor el foloseşte un mic selsin de tipul 71 re, utilizat în aviaţie, care la frecvenţa industrială se poate alimenta cu circa 12 V.

Pentru a se permite conectarea lui la orice reţea fără creşterea consumului, s-au prevăzut trei mici transformatoare cu prize la valorile de tensiune uzuale (380 şi 220 V pentru reţeaua de forţă şi 110 V pentru circuitele reductoarelor de tensiune), care se schimbă cu ajutorul comutatorului *K*. Pe rotorul decalorului este fixat un disc *d* cu o scară circulară etalonată în 360°, care se deplasează în faţa unui indicator fix. Discul poate fi rotit direct prin acţionarea unui mîner central sau cu ajutorul unui buton auxiliar care permite o deplasare mai fină şi frînează totodată rotorul decalorului. Organul de măsură s-a realizat pe baza unui contor monofazat obişnuit *C* la care echipajul de curent s-a înlocuit cu un miez magnetic cu o înfăşurare de tensiune şi una de curent.

În circuitul înfăşurării de tensiune, un contor format dintr-o rezistenţă *R* şi o capacitate *C* aduce fluxul magnetic creat de aceasta în fază cu cel al înfăşurării de curent.

Echipajul de tensiune al contorului, conectat la înfăşurarea monofazică a decalorului, s-a

*) Orgres – Trustul pentru organizarea şi raţionalizarea exploatării centralelor electrice al Ministerului Centralelor Electrice din U.R.S.S.

rebobinat astfel încît să se realizeze condiția obținerii puterii maxime.

Un resort special creează un cuplu antagonist rotirii discului, care este prevăzut cu un indicator *i*.

Tensiunea sau curenții de măsurat se aplică la înfășurarea respectivă a contorului, pentru

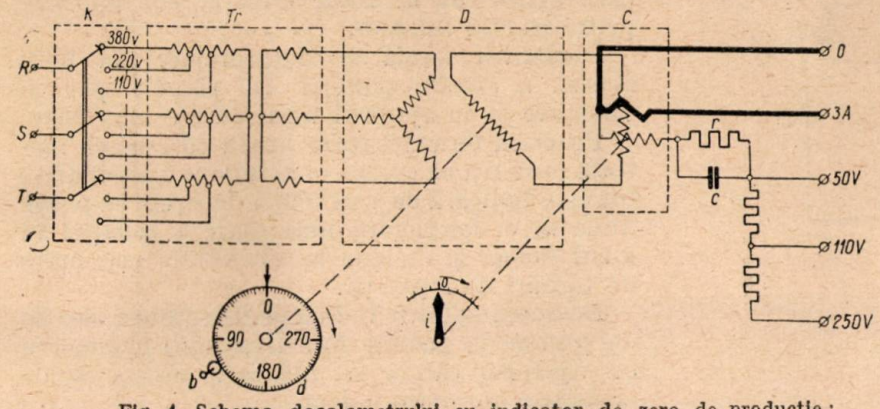


Fig. 4. Schema decalometrului cu indicator de zero de producție:
K — comutator; *Tr* — transformator; *D* — decalor; *C* — contor monofazic modificat; *d* — disc gradat; *b* — buton; *i* — indicator.

comoditate fiind prevăzute mai multe sensibilități.

După cum rezultă din teoria aparatelor de inducție dacă la indicatorul de nul se aplică, de exemplu, o tensiune și se rotește cu 360° rotorul decalorului, cuplul la axul discului va fi egal cu zero de două ori, atunci cînd decalajul între cele două fluxuri de la contor va fi egal cu 0 respectiv 180°. În mod corespunzător indicațiile acului *i* vor trece prin zero.

Pentru aflarea decalajului între tensiuni sau curent se procedează în modul următor:

După ce decalorul se alimentează de la o rețea trifazică, se deblochează cu butonul *b* rotorul lui, care trebuie să se rotească în sensul admis la etalonarea aparatului ca cel normal de succesiune a fazelor. Dacă el se rotește în sens invers trebuie schimbate între ele două dintre fazele de alimentare. Apoi, mărimea cercetată se conectează la bornele de măsură și se rotește scala decalorului, pînă cînd acul indicator *i* ajunge la diviziunea zero, rotindu-se în același sens cu scala. Se citește în dreptul indicatorului decalorului valoarea unghiului. Repetînd apoi în același mod măsurătoarea cu o altă mărime se obține o nouă valoare de unghi. Diferența între cele două citiri este tocmai decalajul căutat.

Pentru comoditate aparatul se poate etalona astfel încît să indice unghiul zero la alimentarea circuitului lui de măsură cu tensiunea $R - S$, de pildă. În acest caz fiecare din citirile ulterioare dă direct unghiul de decalaj față de acest vector de referință.

Dintre avantajele aparatului se pot cita: simplitatea, utilizarea de elemente ușor accesibile, posibilitatea folosirii și ca indicator de sens al fazelor și în sfîrșit posibilitatea măsurării directe a decalajului curenților fără a se mai crea căderi de tensiune pe rezistențe speciale.

Încercările efectuate pe prototip la Direcția de Măsuri și Verificări au arătat o precizie de circa 5°, pe deplin acoperitoare pentru utilizările curente ale aparatului.

Bibliografie

[1] Marcu B.: *Metode practice de determinare a diagramelor vectoriale.* Energetica și Hidrotehnica nr. 7—8, 1954.

[2] Pfannemüller H.: *Redresorul cu lamelă pentru măsură și utilizarea lui.* Siemens-Zeitschrift nr. 6, 1934.

[3] * * * *Ministerul Centralelor Electrice din U.R.S.S. Instrucția generală nr. 01 pentru verificarea dispozitivelor de protecție prin relee, automatizare electrică și circuite secundare.* Moscova-Leningrad. GEI, 1952

[4] Ivankin V. I.: *Fazmetru.* Energhetik nr. 3, 1953

621.316.99 : 621.304

În legătură cu detectarea punerilor la pămînt din circuitul rotoric al generatoarelor sincrone

*GHEORGHE MILIȚESCU**) — Paroșeni

La una din centrale au fost detectate și îndepărtate mai multe puneri la pămînt apărute în circuitul rotoric al generatoarelor sincrone de tipul T-2-50.

Prima punere la pămînt apărută la unul din generatoare a fost observată în timpul funcționării cu ocazia controlului izolației rotorului.

După apariția „pămîntului" generatorul a mai funcționat patru luni pînă la scoaterea în reparație.

În tot acest timp a fost introdusă în funcțiune protecția rotorică contra unei duble puneri la pămînt care lucrează la semnalizare.

După oprirea mașinii rezistența de izolație a rotorului față de pămînt măsurată cu megohmetrul de 1 000 V era zero. Aceeași rezistență de izolație măsurată cu puntea Thomson avea o

*) Ing. *Gh. Milițescu* este inginer șef adjunct la centrala Paroșeni.

valoare de 0,3 Ω, valoare foarte apropiată de rezistența ohmică în curent continuu a înfășurării rotorice.

Pentru detectarea și îndepărtarea punerii la pământ s-a procedat la scoaterea rotorului.

Găsirea locului punerii la pământ s-a făcut prin metoda bine cunoscută din literatura so-

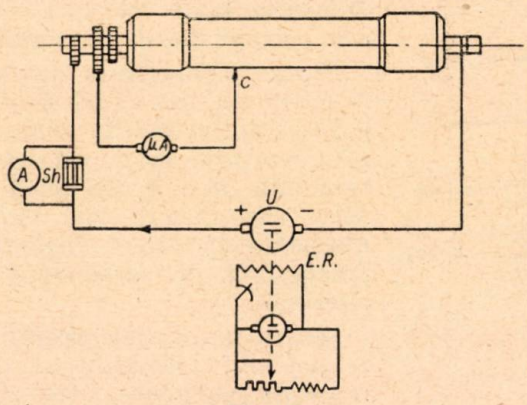


Fig. 1:
A – microampermetru; *A* – ampermetru; *ER* – excitatrice de rezervă; *Sh* – șunt.

vietică: metoda potențialului nul în cazul alimentării axului mașinii cu curent continuu.

Schema pentru găsirea locului punerii la pământ este reprezentată în fig. 1.

De la o sursă de curent continuu — în cazul nostru de la excitatricea de rezervă — s-a dat prin arborele mașinii un curent de 400 A.

S-a conectat un microampermetru cu sensibilitatea de 10^{-8}/div. între inel și tamburul rotorului.

Mișcîndu-se cursorul *C* de-a lungul tamburului, indicația microampermetrului va devia între o valoare maximă pozitivă și o valoare minimă negativă.

Variația indicațiilor microampermetrului în funcțiune de lungimea tamburului *L* este arătată în fig. 2.

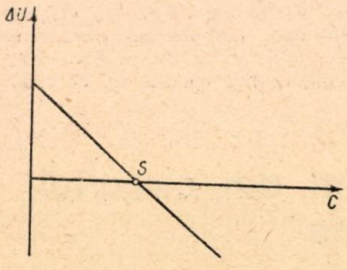


Fig. 2

Punctul *S* de pe diagrama din fig. 2 corespunde punctului de pe tambur în care are loc punerea la pământ a înfășurării rotorice.

Găsirea precisă a locului de punere la pământ depinde de sensibilitatea aparatului de măsură și de valoarea curentului care străbate axul.

Neavînd un aparat suficient de sensibil practic nu se poate determina exact locul punerii la pământ, ci se găsește o circumferință a rotorului pe care potențialul este zero.

După găsirea circumferinței care în cazul nostru a fost în regiunea bandajului dinspre excitatrice, s-a procedat la scoaterea bandajului.

Găsirea locului de punere la pământ poate fi făcută prin mai multe mijloace.

Una din metode este trecerea unui curent continuu între inel și arborele rotorului de la un generator de curent continuu. Locul punerii la pământ este observat prin încălzirea locală care apare sau în cazul unui curent suficient prin apariția fumului.

Încălzirea locală și determinarea în felul acesta a locului punerii la pământ pot fi obținute și cu ajutorul unui curent alternativ.

Practica de exploatare arată că această metodă (arderea cu curent continuu sau alternativ) nu este indicată de a se folosi deoarece ea poate duce la o deteriorare mai mare a izolației în locul defect și desigur la un volum mai mare de lucrări de reparații.

De aceea se poate indica pentru găsirea locului de punere la pământ folosirea unui ohmmetru cu ajutorul căruia se măsoară rezistența de izolație a rotorului defect.

În același timp cu ajutorul unui ciocan de lemn se pot lovi șeile care acoperă părțile frontale ale înfășurării. În momentul în care se va lovi șaua sub care are loc „punerea la pământ", ohmmetrul își va schimba indicația.

Prin acest procedeu simplu s-au determinat la centrala noastră patru puneri la pământ din regiunea părților frontale ale înfășurării unui rotor.

La unul dintre generatori punerea la pământ care a apărut în circuitul rotoric în timpul funcționării avea un caracter instabil. Punerea la pământ apărea la o turație mai mare de 2 000 rot/min și dispărea la turația de 500 rot/min.

Pentru a se obține o punere la pământ stabilă s-a ars locul de punere la pământ, mașina fiind în turație, cu ajutorul unui curent alternativ de 20 A.

În continuare s-a procedat la fel ca și în cazul descris anterior.

Concluzii

1. Pentru determinarea aproximativă a locului punerii la pământ în circuitul rotoric metoda potențialului nul poate fi folosită cu succes.

2. În cazul cînd punerea la pământ este în regiunea bandajelor, pentru determinarea precisă a locului punerii la pământ trebuie folosită metoda ohmmetrului chiar dacă punerea la pământ nu este netă ci are loc printr-o rezistență destul de mare.

3. În cazul apariției unei puneri la pământ în funcție de turația mașinii, locul punerii la pământ trebuie ars în turație pînă cînd rezistența de izolație a rotorului nu va mai depinde de turația mașinii.

Energetica generală

A XI-a sesiune parțială a Conferinței Mondiale a Energiei din 5—11 iunie 1957 la Belgrad. *Energietechnik* 8 (1958), nr. 4, pag. 163—85, 11 ref. bibl.

621.311.1 (063) (100)

Se prezintă o dare de seamă de ansamblu a sesiunii de la Belgrad din anul trecut (v. și Energetica nr.9—1957),grupată pe expunerea activității diferitelor secții.

Este de remarcat menționarea unora din contribuțiile românești, două din rapoarte fiind citate în bibliografie.

E. *i. s.*

Economia energetică elvețiană și stadiul actual al construcției uzinelor hidroelectrice. T ö n d u r y G. A. *Wasser und Energiewirtschaft* 50,(1958), nr. **1—2**, pag. 18—27

621.311.1 :621.311.21 (494)

Analizînd situația generală a surselor de energie din Elveția, autorul constată o creștere a consumului de energie brută din 1938 în 1956 de la indicele 100 la indicele 173; în aceeași perioadă consumul de energie electrică a crescut de la 5,5 TWh (indice 100) la 14,5 TWh (indice 262). Consumul de combustibili lichizi a crescut în perioada analizată de 6,3 ori.

În ceea ce privește producția de energie electrică se amintește că cea mai mare parte este energie hidroelectrică. Problema cea mai grea este acoperirea perioadelor deficitare de iarnă. În 1957 energia produsă iarna atingea abia 46,2%din producția anuală, ceea ce a dus la necesitatea importului a 1,25 TWh. Se speră ca la sfîrșitul anului 1962 producția de energie de iarnă să depășească energia de vară.

Întreg programul de dezvoltare hidroelectrică a Elveției din ultimii ani este axat pe problemele de realizare de acumulări capabile să furnizeze această energie. Astfel capacitatea de acumulare de energie în lacuri a crescut în numai patru ani (1953—1957) de la 1,42 TWh la 2,59 adică cu 82%.

Autorul atrage atenția asupra efortului pe care programul dezvoltării energetice a Elveției (peste 600 milioane fr.elvețieni anual) îl reprezintă pentru o țară cu o populație de cinci milioane locuitori.

E *a. f.*

Centrale arzînd gaz natural sau păcură în Franța, *BWK*, vol. 10, (1958), nr. **7**, pag. 350.

621.311

În regiunea gazieră de la Lacq cele două mari întreprinderi de producere de aluminiu din Franța vor să-și mai construiască cîte o fabrică. Energia electrică va fi furnizată de o centrală arzînd gaz natural cu patru grupuri de cîte 125 MW,.

E.d.F. instalează în plus în apropiere o CTE care la profilul final va avea 8 grupuri de 125—150 MW, din care primul grup urmează a intra în funcțiune în 1959. Fiecare grup va consuma zilnic cca 1 mil. m³ gaz natural. În timpul vîrfului celorlalți consumatori de gaz, centrala va funcționa cu păcură, de la o rafinărie ce se construiește de asemenea în apropiere.

E *i. s.*

Termoenergetica

Cazan de abur de 420 t h de tipul TP—80. G h e t a l o N. N, E r e m i n I. I. *Energomașinostroenie*, (1958), nr. 5, pag. 1—5.

621.181 :697.34

Cazanul de abur de tipul TP—80 de 420 t/h la parametrii aburului de 140 ata și 570°C a fost proiectat de uzina constructoare „Krasnii Kotelscic" din Taganrog și ȚKTI pentru funcționarea cu mărunt de antracit. Randamentul lui este de 89,7% la o temperatură a gazelor de ardere la ieșire de 124°C.

Gabaritele cazanului sînt: înălțimea 37 m, lățimea între axele coloanelor 15,8 m și adîncimea între acele coloanelor 18,2 m.

Greutatea totală a cazanului este de 2 470 t, dintre care zidăria 660 t și 1 045 t părți metalice sub presiune și preîncălzitorul de aer.

Cazanul TP-80 de 420 t/h este un cazan destinat centralelor de termoficare.

E *g. c.*

La L. M. Z. s-a terminat construcția primei turbine P. V. K. — 200 — 1 de 200 MW. D o l i n s c h i E. D., *Energomașinostroenie* (1958) nr. **5**, pag. 43 și 48

621.165

La 21 aprilie 1958 s-au încheiat lucrările de încercare pe bancul de probă ale primei turbine de abur de 200 MW de tipul P.V.K.—200 — 1 construită în U.R.S.S.

Parametrii aburului la intrarea în turbină sînt 130 ata și 565°C, iar supraîncălzirea intermediară la 565°C. Consumul specific de căldură: 2 000 kcal/kWh.

Admisia aburului în turbină se face din partea lagărului de medie presiune, ceea ce a permis reducerea lungimii rotorului turbinei cu 1,5 m și a descărcat lagărul axial.

La construcția acestei turbine s-a folosit oțelul perlitic care a permis reducerea costului ei cu 30% față de cel al primei turbine de 150 MW de tipul S.V.K. — 150—1 construită în 1952.

Gabaritele și dimensiunile mai importante: lungime 20,55 m; greutate 560 t, din care rotorul 38 t; lungimea maximă a paletelor 765 mm.

Din momentul încheierii lucrărilor de proiectare turbina a fost executată și încercată în timp 24 luni.

E *g. c.*

Avaria unui turbogenerator de 60 MW, 63 ata și 480 °C A. L. G. L i n d l e y și F.H.S. B r o w n, *The Engineer* nr. **5331**, (1958), pag. 475—478, 6 foto. nr. **5332** (1958), pag. 580—581, 4 foto. și 1 fig. nr. **5333**, (1958), pag. 547—550,

621.311.22 :004.64

La 18 ianuarie 1958 în urma unei depășiri cu 70% a turației, s-a distrus turbina de joasă presiune și generatorul grupului al V-lea din cele șase grupuri identice din CTE Uskmouth, Anglia.

Accidentul s-a întîmplat după mai puțin de opt săptămîni de la intrarea grupului în funcțiune și a provocat moartea a două persoane și rănirea altor nouă.

Sînt date detalii extrase din raportul discutat la Gasinstitution of Mechanical Engineers London, în legătură cu această gravă avarie.

În raport se arată că avaria s-a datorat desexcitării din greșeală a generatorului V, care funcționa în plină sarcină în locul generatorului VI care era în probă, precum și nefuncționării regulatorului și dispozitivelor de protecție și siguranță. Acest lucru a putut fi identificat constatîndu-se cu ajutorul microscopului electronic și al razelor X prezența oxidului negru de fier (Fe_3O_4) în sistemul de ungere, pe suprafața pistoanelor și cilindrilor (circa 0,02—0,05 microni).

Se presupune că oxidul negru de fier (magnetită) s-a format din cauza pătrunderii unei cantități extrem de mici de apă sărată de mare, în ulei.

E *a. p*

Randamentele termice ale centralelor britanice în 1957 *BWK* vol. 10 (1958), nr. **7** pag. 351

621.311

Prin ameliorarea randamentului termic mediu al tuturor centralelor din Central Electricity Generating Board — organizația de stat grupînd producerea energiei electrice — de la 24,70% în 1956 la 25,38% în 1957, s-a obținut o economie de cărbune de 1,5 mil.t valorînd 5 mil. £.

Cele 20 de centrale cu randamentele cele mai bune, au acoperit în anul respectiv 30% din consumul total de energie, cu un randament mediu de 29,45%.

Reținem din această grupă centrala Castle Donington la Derby cu randamentul cel mai ridicat de 31,92% față de ultima cu un randament de 28,53%.

E *i. s.*

Cele mai mari turbine cu gaze britanice la Bedford. *Oil Eng. and Gas Turb.* (1957) nr. **287**, pag. 109—11

621.311

Energia electrică necesară staţiei experimentale Bedford pentru cercetări aviatice este livrată în cea mai mare parte de o centrală proprie în care sînt instalate cele mai mari turbine cu gaze de construcţie engleză. Cele două grupuri de cîte 20 MW sînt maşini cu 4 axe şi lucrează fără instalaţii de recuperare a căldurii gazelor de evacuare.

E *i. s.*

Folosirea terenului în timpul construcţiei unei mari centrale termoelectrice. Grişin B. M. şi Smirnov V. S. *Electriceskie Stanţii* vol. 29, (1958) nr. 4, pag. 2—7

621.31122

În baza proiectelor întocmite de TEP pentru CTE de 600 MW, organizaţia de construcţii şi montaj Orgenergostroi a elaborat proiecte tip pentru împărţirea şi folosirea raţională a terenului centralelor termoelectrice de 300—600 MW în timpul construcţiei şi montajului.

Aceasta se prezintă în două variante pentru o CTE de 600 MW cu patru grupuri de 150 MW şi anume:

— Pentru cazul executării locale numai a unei părţi a elementelor prefabricate (alimentare necentralizată);

— Realizarea centralizată a elementelor prefabricate şi a celorlalte necesare construcţiei.

Varianta II, în care se reduce la minim execuţia pe terenul CTE a elementelor prefabricate; acestea fiind aduse din afară prezintă mari avantaje şi anume:

— costurile instalaţiilor şi construcţiilor temporare sînt mai reduse cu 30%;

— terenul ocupat mai mic cu 14%;

— numărul de clădiri de şantier mai mic cu 26%.

E *g. c.*

Electroenergetica

Posibilităţi tehnice de ridicare a tensiunii nominale a reţelelor existente Gherţii K. A.; Korsunţev V. A. *Elektriceskie Stanţii* 29, (1958), nr. 4 pag. 47—52, 6 fig.

621.316.22

Ridicarea tensiunii reţelelor electrice poate fi obţinută prin înlocuirea transformatoarelor ridicătoare şi coboritoare şi reconstrucţia staţiilor sau prin instalarea de autotransformatoare la capetele liniei. Prima a fost adoptată în Franţa, iar cealaltă în SUA şi Anglia. În ceea ce priveşte posibilitatea trecerii liniei la o tensiune superioară ea se bazează pe o reducere a nivelului izolaţiei de la 3,2 U_f la 2,5 U_f. Această reducere este justificată de rezultatele încercărilor experimentale făcute în diverse reţele existente.

Trecerea la tensiunea superioară fără a modifica izolaţia liniei, aşa cum a fost practicată în Franţa se bazează pe mărirea numărului de declanşări specifice pe an şi suta de km la valoarea de 12—15 adică aproape o dublare faţă de numărul de defecte anterior. În condiţiile URSS această soluţie nu este acceptabilă şi de aceea trecerea la tensiunea superioară trebuie să fie însoţită şi de o întărire a izolaţiei. În ceea ce priveşte modalitatea obţinerii tensiunii superioare trebuie să se prevadă autotransformatoare fără întreruptoare pe partea de înaltă tensiune.

Se arată rezultatele încercărilor pe modele privind supratensiunile interne la linii cu autotransformatoare; se dau de asemenea valorile pierderilor Corona, care apar la ridicarea tensiunii pentru diferite mărci de conductoare. În concluzie se prezintă condiţiile în care liniile de 110 kV pot fi trecute la 140—220 kV şi cele de 220 kV la 300 kV.

E *a. r.*

Problema vibraţiilor liniilor aeriene de transport de energie Debéron I.: *Revue Gen. Electr.* 66, (1957) nr. **8**, pag. 405—430, 25 fig., 2 tabele, 18 ref. bibl.

621.315.1.004.6

La baza interpretării datelor obţinute prin măsurători făcute în exploatare, autorul încearcă să lămurească unele chestiuni necunoscute care mai există în problema vibraţiilor liniilor aeriene de transport. Scopul principal este să demonstreze că la originea vibraţiilor stau alte fenomene decît cele admise de teoria clasică ce par greu compatibile cu rezultatele experienţei.

După ce se descrie modul în care au decurs experienţele autorul arată că natura fenomenelor dinamice dezvoltate într-o linie aeriană poate fi definită considerînd că ea constituie din punct de vedere mecanic un sistem oscilant cu cinci grade de libertate. În articol se face un studiu teoretic al acestor grade de libertate şi se descriu rezultatele cercetărilor făcute de autor în exploatare cu privire la fenomenele vibratorii. Analizîndu-se influenţa stării electrice a liniei asupra vibraţiilor în diferite condiţii experimentale se ajunge la concluzia că în limitele condiţiilor de exploatare factorii electrici nu au influenţă hotărîtoare asupra vibraţiilor. În schimb studiul factorilor meteorologici a arătat că acţiunea vîntului este neîndoielnică, dar trebuie conjugată neapărat cu acţiunea altor factori. O soluţie economică şi radicală a problemei vibraţiilor este de dorit, ţinînd seama de pagubele pe care ele le aduc liniilor electrice de transport.

E *a. ca.*

Calculul la smulgere a fundaţiilor stîlpilor liniilor de transport cu prindere articulată Galpern M. L. *Electriceskie Stanţii an.* 29, (1958), nr. 4, pag. 39—42,5 fig.

621.315.001

Articolul arată că în „Prescripţiile de construcţie a instalaţiilor electrice" din 1947 s-a schimbat metoda de calcul al fundaţiilor stîlpilor liniilor electrice la smulgere faţă de normele din 1933. Această nouă metodă propusă, ducînd în majoritatea cazurilor la dimensiuni mai mari ale fundaţiilor, Direcţia Tehnică din M.C.E. al U.R.S.S. a hotărît în 1951 revenirea la metoda de calcul din 1933. Autorul face o comparaţie între formulele de calcul rezultate din cele două metode şi reuşeşte să delimiteze zonele în care fundaţiile rezultă mai mici după fiecare metodă în parte în funcţie de unghiul de taluz natural al solului.

În continuare se arată încercările efectuate de ORGRES în legătură cu dimensionarea fundaţiilor la smulgere.

Concluziile autorului cer revizuirea normelor în această direcţie, întrucît metoda de calcul nu asigură în toate cazurile o proiectare sigură nereflectînd procesul fizic la smulgere. Trebuie să se ţină seama în calcule de structura solului (dacă structura a fost distrusă prin săpare, sau nu).

Autorul recomandă folosirea fundaţiilor care ţin seama de rezistenţa solului cu structura nedistrusă prin săpare. (Fundaţii executate prin forare sau batere).

E *d. m.*

Măsuri noi în construcţia liniilor de înaltă tensiune Comunicare a Intreprinderii de stat pentru construcţii energetice R.D.G. *Energietechnik*, 8 (1958), nr. 5, pag. 203—206, 5 fig, 1 tabelă.

621.316.1.002.2

Încă din anul 1955 s-a constituit în R.D.G. un sector socialist al construcţiilor energetice (VEB Energiebau) avînd în compunerea sa patru direcţii generale de lucrări, repartizate pe zone geografice şi care conduc şi coordonează operativ lucrările pe teren.

În cadrul acestui organ s-a dat în ultimul timp o atenţie deosebită planificării şi organizării tehnologice a construcţiilor de linii aeriene de înaltă tensiune şi în special a acelor de 110, 220 şi 380 kV tensiune nominală.

O primă preocupare în acest sens a format-o problema mecanizării lucrărilor de fundaţii pentru stîlpii liniilor citate, care pînă de curînd se executau manual, neputîndu-se întrebuinţa în general la astfel de lucrări un utilaj normal pentru construcţii industriale.

Pentru aceste motive s-au dezvoltat în R.D.G. maşini speciale pentru săpăturile necesare fundaţiilor şi montajul fundaţiilor prefabricate (picioare separate de fundaţii) ca de exemplu:

— Auto-macaraua tip G—5 cu toate roţile motoare, echipată cu excavator cu cupe sau cu cîrlig de ridicare, sarcină utilă 3,5 t. Această maşină este indicată pentru săpatul gropilor şi montaj la fundaţiile prefabricate.

— Maşină basculantă cu excavator cu cupe şi acţionare hidraulică, tractată, cu capacitate redusă (400 kg), utilizabilă numai la săpături şi umpluturi şi în special la fundaţii — bloc, executată la faţa locului.

La construcţia liniilor de 380 kV, la care trebuie să se conteze pe blocuri mari de fundaţii, se utilizează excavatoare cu şenilă de 5 t, cu cupe de formă apropiată forărilor cilindrice (tipul „polip"), pentru reducerea volumului de săpătură.

Prin mecanizarea lucrărilor de fundaţii, s-au realizat economii de timp, de manoperă de ordinul 40—50%. Mai departe, s-a trecut la sprijinirea gropilor de fundaţie prin palpanşe metalice, apreciabil mai economice decît materialul lemnos, dată fiind durata mare de servicii a celor dintîi.

In ceea ce priveşte montajele de stîlpi. s-au făcut progrese în special pe linia tehnicii securităţii muncii. Totodată s-au realizat utilaje pentru ridicarea stîlpilor metalici complet montaţi, pînă la 16 t greutate unitară, realizîndu-se la liniile de 220 kV o performanţă de maximum trei stîlpi ridicaţi pe zi.

În domeniul întinderii conductoarelor, brigăzile de montaj au fost înzestrate cu vehicule şi utilaje pentru lucrul în tot felul de terenuri, utilajele de bază rămînînd troliile motorizate şi frînele „în opt". S-au introdus în plus podeste oscilante pentru montajul lanţurilor de izolatoare la stîlpii de întindere şi colţ, cum şi cărucioare perfecţionate, declasabile pe conductoare, pentru montajul antretoazelor, pe conductoarele jumelate sau multiple.

În sfîrşit, se întocmesc programe detaliate pentru lucrările de modificări ale liniilor, comportînd întreruperea acestora, cu ajutorul cărora se poate obţine o durată minimă a întreruperii consumatorilor.

E *vl. r.*

Despre alegerea presiunii de calcul a hidroagregatelor Şceavelev D. C. *Elektroenerghia* (Bulgaria) 9, (1958) nr. 3, pag. 9—14

621.311.21 :621.24

Se defineşte presiune de calcul a unui hidroagregat presiunea (diferenţa de nivel) minimă la care mai poate fi asigurată puterea de calcul (instalată).

Autorul analizează influenţa presiunii de calcul alese asupra energiei produse şi a asigurării puterii maxime pentru diferite tipuri de centrale hidroelectrice ca:

1) centrale cu pondere mare în sistem şi cu regularizare sezonieră suficientă pentru a exclude necesitatea unei rezerve;

2) centrale cu putere instalată determinată prin principiul kilowattului suplimentar instalat;

3) centrale cu putere instalată a unui agregat mai mică de 1/15 din puterea maximă consumată a sistemului.

În articol se determină o serie de relaţii analitice de calcul pentru timpul de asigurare a puterii. Exemple de calcul, bazate pe diagramele caracteristice de funcţionare ale unor turbine Francis, ilustrează modul de calcul propus.

E *a. f.*

Schema utilizării complexe a rîului Zeia. Pretro G.A. *Ghidroelectriceskoe stroitelstvo*, 27 (1958), nr. 4, pag. 1—4

627.8(47)

Rîul Zeia, un afluent al Amurului are o lungime, de 1 242 km şi un bazin de recepţie de 232 000 km². Debitul modul variază de la cursul mediu la cursul inferior al rîului de la 750 la 1 800 m³/s, pe cînd maximele ating 14 000—23 000 m³/s, iar minimele 10—40 m³/s. Afluentul principal al rîului Zeia este rîul Selemdja cu un bazin de 72 000 km² şi un debit modul de 630 m³/s.

Planul general de amenajare al rîului, întocmit de secţia din Leningrad a Institutului „Ghidroenenergoproekt" prevede construirea în bazin a 21 de centrale hidroelectrice. Dintre acestea sînt prevăzute a fi executate în prima fază a amenajării trei centrale şi anume:

1. Uzina Zeiskaia pe rîul Zeia realizată printr-un baraj de 120 m înălţime care creează un lac de $32.10^9 m^3$ cu un debit modul de 750 m³ şi o cădere de 94 m. Puterea instalată este de 800 MW iar energia medie anuală produsă de 4,25 miliarde kWh. Lacul realizat atenuează debitul catastrofal de la 21 100 la 13 000 m³/s.

2. Uzina Gramatuhinskaia pe rîul Zeia are o cădere de 64 m la un debit modul de 1 030 m³/s. Lacul de $12,4.10^9$ m³ atenuează viitura de la 14 400 la 10 000 m³/s. Puterea instalată de 800 MW iar energia medie anuală produsă 4,32 miliarde kWh.

3. Uzina Dagmarskaia pe rîul Selemdja are o cădere de 42 m, un debit modul de 538 m³/s. Puterea instalată este de 250 MW iar energia medie anuală 1,37 miliarde kWh.

Complexul de uzine în afară de atenuarea viiturilor mai serveşte şi la alimentarea unor sisteme de irigaţii.

E *a. b.*

Comparaţie între amenajările „Dospat— Vicea" şi „Sestrimo" Papancev H, *Elektroenerghiia* (Bulgaria) 9, (1958), nr. 2, pag.2—6

627.8(497.2)

Se prezintă lucrările a două hidrocentre cu următoarele caracteristici:

Uzina	cădere medie (m)	putere MW	energie GWh/an	utilizare h/an
Amenajarea „Dospat-Vicea"				
1 Teşel	316,0	90	312,1	3 480
2 Devin I	150,5	50	168,2	3 370
3 Devin II	53,0	50	74,8	1 500
4 Ţankov Kamîk	76,0	70	109,3	1 560
5 Mihalkovo	49,7	50	74,6	1 490
6 Simeonov Most	161,0	81	253,1	3 160
7 Vicea	85,0	30	81,2	2 700
Total	891,2	421	1 073,3	2 560
Amenajarea „Sestrimo"				
1 Belmeken I	690,0	180	257,0	1 425
2 Belmeken II	190,0	20	86,0	4 300
3 Sestrimo	531,0	250	440,0	1 760
4 Momina Klisura	252,0	140	248,0	1 770
Total	1 473,0	590	1 031,0	1 750

Articolul insistă asupra calculului costului specific al diferitelor uvraje.

E *a. f.*

Uzina hidroelectrică Kaunas pe rîul Neman. Saperov V. F. *Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo* 27, (1958), nr. 3, pag. 3—9

621.311.21

Rîul Neman are un bazin de recepţie de 98,1 mii km², o lungime de 937 km şi un debit mediu anual de 690 m³/s. Amenajarea sa energetică este de primă importanţă pentru nordul R.S.S. Bieloruse, R.S.S. Lituaniană şi regiunea Kaliningrad Planul general de amenajare ai rîului, întocmit încă din 1951 de secţia din Moscova a Institutului Ghidroenergoproect prevede construcţia a şapte CHE cu o putere totală de 468 MW şi o producţie de 2 100 GWh/an, căderea totală amenajată fiind de 113 m.

Dintre toate centralele prevăzute cea mai economică este uzina Kaunas (2,2 kop/kWh), iar cea mai scumpă CHE Mostkov care nu devine rentabilă decît după construcţia tuturor celorlalte uzine din aval, care să prelucreze debitele regularizate de lacul ei.

Uzina Kaunas este o uzină de tip baraj, echipată cu turbine Kaplan de 12—20 m cădere şi 23,4 MW.

E *a.f.*

Energetica nucleară

Cercetări în domeniul metalurgiei plutoniului, uraniului şi aliajelor lor, Bocivar A. A., Konobeebschi S. T. Zaimovschi A. S., Sergheev G. I., Kutaiţev V. I., Pravdink N. F., Levitschi B. M., *Atomnaia Energhia* (1958) nr. 7, pag. 5—23

621.03$_9$

În legătură cu dezvoltarea energeticii nucleare în U.R.S.S.s-au efectuat vaste cercetări în domeniul combustibililor nucleari,

plutoniu şi uraniu, cum şi ai aliajelor lor. În articol se descriu pe scurt direcţiile cercetărilor şi se prezintă caracteristicile metodelor şi aliajelor lor. În al doilea capitol se dau proprietăţile uraniului în cadrul prelucrării termice şi mecanice.

E *g.c.*

Modelarea electrică a reactoarelor nucleare. K o r o l e v V. V., S i d o r o v a I. I. *Atomnaia Energhia* (1958) nr. **6**. pag. 29—43

621 039

Timpul necesar calculelor reactoarelor nucleare se reduce simţitor dacă se foloseşte metoda modelării electrice. În lucrare, autorii analizează stadiul actual al modelării electrice folosit în cazul reactoarelor nucleare, neajunsurile acestei metode, şi se descrie spre exemplificare modelarea nivelului conţinutului izotopic al reactorului cu maşina de modelat MH-7. Se dă un exemplu de calcul al regulatorului automat al puterii reactorului, prin care se arată eficacitatea metodei de modelare electrică, în cazul regimurilor de tranziţie din reactor. Se arată posibilitatea de modelare a reactoarelor energetice în regim tranzitoriu, ţinînd seama de coeficienti termici, de radioactivitate.

E *g.c*

Primul reactor experimental pentru cercetări în Polonia a devenit critic. *Atomwirtschaft* vol. 3(1958) nr. **7**, pag. 293.

621.039

Reactorul experimental al centrului de cercetări al Academiei de Ştiinţe Polone, construit la Swierk lîngă Varşovia, cu concursul U.R.S.S., a fost inaugurat oficial în iunie a.c. Este un reactor de 2 000 kW de tipul piscină.

E *i.s.*

Fusiunea nucleară fără influenţă asupra fisiunii nucleare. *Atomwirtschaft* vol. 3 (1958) nr. **7**, pag. 291

621.039

După o serioasă examinare a stadiului actual al dezvoltării ştiinţifice şi tehnice în domeniul fusiunii nucleare, făcută în cadrul grupelor de lucru şi comisiilor de specialitate, Comisia Atomică Germană a ajuns în iunie a.c., de acord cu ministerul de resort, la concluzia că lucrările germane de cercetări în domeniul fisiunii nucleare şi în special în legătură cu construcţia a 4—5 reactori energetici cu o putere electrică totală de cca 500 MW, să fie continuate independent de mersul cercetărilor în legătură cu fusiunea.

E *i.s.*

Construcţia de mari centrale atomoelectrice în S. U. A. *BWK* vol. 10 (1958) nr. **7**, pag. 351

621.039

În afară de centrala atomoelectrică Shippingport cu o putere de 60 MW intrată deja în funcţiune, mai sînt în construcţie în S.U.A. următoarele patru CAE mari :

— de 275 MW la New York cu reactor în apă sub presiune
— de 180 MW la Ioliet cu reactor cu apă fierbinte
— de 134 MW la Rowe cu reactor cu apă sub presiune
— de 100 MW la Monroe cu reactor cu neutroni rapizi.

După o declaraţie a fostului conducător al secţiei construcţiei de reactori a Comisiei Energiei Atomice, Davis, la aceste centrale ce urmează a intra în funcţiune în 1960 costul energiei electrice va fi de 0,9—1,1 cts/kWh faţă de 0,4—0,9 cts/kWh la centralele americane obişnuite.

E *i.s.*

621.311.16(47)

Direcţiile de bază ale dezvoltării energeticii industriale în U. R. S. S. în primii şapte ani şi noile direcţii în proiectarea şi construirea centralelor electrice industriale. Consiliul tehnic de expertiză interdepartamental, *Promîşlenaia energhetica*, nr. **5**, (1958), pag. 32—33

631.311.1(47)

Consiliul tehnic de expertiză interdepartamental al U.R.S.S a luat o serie de hotărîri privind dezvoltarea energeticii industriale pentru viitorii şapte ani cum şi pentru proiectarea centralelor electrice industriale.

Direcţiile mai importante ale dezvoltării energeticii industriale sînt :

— Folosirea la maxim a resurselor energetice secundare industriale ;

— Înfiinţarea de baze unice de reparaţie pe bază de gospodărire chibzuită pentru reparaţiile şi încercările instalaţiilor energetice ale întreprinderilor industriale ;

— Introducerea automatizării în toate procesele energotehnologice, acolo unde aceasta este posibil ;

— Revederea planului de construcţie de CTE şi CET industriale mici şi mijlocii pentru anii 1959—1965 în sensul de a folosi agregate la 90 ata/535°C şi 130 ata/565°C de 6, 12 şi 25 MW cu contrapresiune sau cu condensaţie şi prize reglabile cum şi turbine de 6 kW cu condensaţie şi prize reglabile la parametrii aburului 35 ata/435°C. Cazanele, de parametrii corespunzători turbinelor, vor avea debite de 60, 90 şi 120 t/h şi evacuarea hidraulică a zgurei, focare ciclon, preîncălzitoare de aer dezvoltate etc ;

— Să se admită construirea de centrale de 1—5 MW numai pentru întreprinderile industriale ca centrale de termoficare sau pentru agricultură în cazul consumatorilor îndepărtaţi de sistemele mari energetice ;

— Începînd cu anul 1959 să se înceapă cu lichidarea centralelor electrice mici din raioanele energetice dezvoltate ;

— Să se construiască CET pentru centre de consum situate la mari distanţe de sistemele energetice care să asigure alimentarea cu energie electrică pe o rază de 30—50 km cu căldură sub formă de abur pe o rază de 3 km şi cu apă caldă 10 km.

E *g.c.*

Probleme economice ale utilizării complexe a construcţiilor hidrotehnice şi resurselor hidraulice. N i k o l o v N. *Elektroenerghia* 8, (1957), nr. **11—12**, pag. 6—9.

627.8 :626.003

Analizînd principiile de repartizare a cheltuielilor între diferiţii beneficiari ai unei amenajări cu utilizări complexe, autorul stabileşte trei posibilităţi uzuale :

1) repartizarea proporţional cu debitele consumate de fiecare beneficiar ;

2) repartizarea proporţional cu cheltuielile care ar fi fost necesare pentru cazul în care amenajarea ar fi fost făcută separat pentru diferiţii beneficiari ;

3) repartizarea cheltuielilor diferitelor uvraje a celor beneficiari care utilizează în cea mai mare parte construcţia respectivă.

Autorul trece apoi la studiul cheltuielilor anuale analizîndu-se participarea la sumele necesare pentru amortizarea şi exploatarea construcţiilor.

Aplicînd teoriile enunţate la diferite construcţii realizate în R. P. Bulgaria, autorul studiază ca exemplu mai amănunţit CHE „Stalin". El arată că la acest hidrocentru, din cheltuielile totale de 4 330 000 leva, în prima ipoteză cheltuielile aferente producţiei de energie sînt de 3 736 000 leva, pe cînd în ipoteza a doua, ponderea lor scade, atingînd abia 2 310 000 leva.

E *a.f.*

REVISTA „ENERGETICA", organ al Asociaţiei Ştiinţifice a Inginerilor şi Tehnicienilor din R. P. R. şi al Departamentului Energiei Electrice — Redacţia : Bucureşti, Str. Ion Ghica Nr 3. Raion Tudor Vladimirescu, Telefon: 13.07.30,13 57.12 şi 16.78,78 - Administraţia şi Casieria: Bucureşti, Calea Victoriei, Nr 118, Raion I. V. Stalin, Telefon : 13.48.00 - Revista este editată de A S I T — Abonamentele se primesc la administraţia revistei, la sediile filialelor şi subfilialelor A.S.I.T din întreaga ţară precum şi prin responsabilii cu presa din cercurile A S.I T. — Instituţiile pot achita abonamentele pentru biblioteci şi cabinetele tehnice în contul nostru de virament : Consiliul Central A.S.I.T. 071012 D O.C.— B.R.P.R. — Tarif pentru întreprinderi: lei 96 anual. — Tarif pentru muncitori, tehnicieni şi ingineri : lei 30 anual —Preţul unui exemplar : lei 5, Tiparul : Întreprinderea Poligrafică nr. 3. Bucureşti

Nomogramă de calcul pentru rezistențele locale (lungimile echivalente) ale conductelor de transport pentru apă

Căderile locale de presiune pentru rețelele hidraulice se datoresc rezistențelor pe care le întîmpină fluidul la trecerea lui prin armături, piese de legătură și diverse aparate montate pe conductă.

Formula de bază în cazul calculului acestor căderi de presiune este :

$$H_1 = \frac{\Sigma \zeta v^2 \gamma}{2g} \text{ kg/m}^2 \text{ sau mm col. apă} \quad (1)$$

unde :

$\Sigma\xi$ — suma coeficienților de rezistență locală ai traseului considerat ;

v — viteza fluidului, m/s ;

γ — greutatea specifică a fluidului, t/m³ ;

g — 9,81 m/s², accelerația gravitației.

Coeficientul hidraulic de rezistență locală se determină experimental în laborator pentru fiecare element în parte.

În tabelă se dau valori experimentale ale coeficienților de rezistență locală ζ, din literatura de specialitate sovietică.

Dacă se consideră o conductă liniară cu diamentrul d și lungimea l a cărei cădere de presiune H_e este egală cu căderea locală de presiune, această lungime l se numește *lungimea echivalentă a rezistențelor locale*, a cărei valoare se poate determina din egalitatea :

Denumirea utilajului și a armăturii	ζ
Robinet de trecere	7,0
Robinet de colț	6,0
Robinet Kosva	2,0
Robinet cu trecere directă	0,5
Vane normale	0,5
Supapă de reținere, normală	7,0
Supapă de reținere cu clapetă	3,0
Robinet de trecere	2,0
Compensator cu presetupă	0,2
Compensator U, neted	1,7
Idem, cu cute	2,0
Idem, ondulat	2,5
Separator de apă	10,0
Separator de nămol	10,0
Coturi :	
$R = 2\ d$	0,7
$R = 3\ d$	0,5
$R = 4\ d$	0,3
$R = 5\ d$	0,2
Coturi cu cute, 90°	
$R = 2\ d$	1,1
$R = 3\ d$	0,8
$R = 4\ d$	0,5
Coturi sudate din segmenți cu o cusătură	
90°	1,3
60°	0,7
45°	0,3
30°	0,2
Idem, cu 2 cusături 90°	0,6
Idem, cu 3 cusături, 90°	0,5
Cot în Z, 2 suduri	0,5

Denumirea utilajului și a armăturii	ζ
Intrări dintr-un recipient	0,5 — 1,0
Intrări dintr-un recipient	0,3 — 06

Teu drept

G_2/G	ζ_1	ζ_2
0,0	0,04	0,93
0,2	0,08	0,88
0,4	0,05	0,89
0,6	0,07	0,95
0,8	0,21	1,10
1,0	0,35	1,28

G_2/G	ζ	ζ
0,0	0,04	1,2
0,2	0,17	0,4
0,4	0,30	0,08
0,6	0,41	0,47
0,8	0,51	0,72
1,0	0,60	0,91
Teu oblic		1,5
Teu pt. contracurent		3,0

Lărgirea bruscă a secțiuni de la f_1 la f_2

$$\xi = 1 - \left[\frac{f_1}{f_2}\right]^2$$

Ajutorul venturii

$$\zeta = (0{,}15 \div 0{,}2) \times \left[1 - \left(\frac{F_1}{F_2}\right)^2\right]$$

$\delta = 6 \div 8°$

$$l_{echiv} = \frac{\Sigma \zeta d}{\lambda} \quad (3)$$

unde λ — coeficientul hidraulic de frecare.

Valoarea l_{echiv} reprezintă în mod fictiv o lungime de conductă liniară a cărei cădere de presiune este egală cu cea a rezistențelor locale. În acest fel, calculul hidraulic al unei rețele complicate (porțiuni liniare de conductă, vane, coturi etc) se reduce la calculul corespunzător unei porțiuni liniare cu $L = l + l_{echiv.}$

Dacă în ecuația (3) se introduce valoarea λ din relația Sifrinson

$$\lambda = 0{,}11 \left(\frac{k}{d}\right)^{0.25}$$

se obține

$$l_{echiv.} = \frac{\Sigma \zeta d^{1.25}}{0{,}11 k^{0.25}} = A_{echiv} - \frac{\Sigma \zeta d^{1.25}}{k^{0.25}} \quad (4)$$

unde k — coeficientul de rugozitate, mm

În baza ecuației (4) s-a întocmit nomograma prezentată (cu detaliu pentru diametre mici), $l_{echiv} = f(k, \zeta, d)$ pentru valori :

$$\zeta = 0{,}1 \ldots 10 ; \quad k = 0{,}2 \ldots 1 \text{ mm}$$

$$\text{și } d = 40 \ldots \ldots 1\,000 \text{ mm.}$$

Căderea locală de presiune H_e se calculează cu relația : $H_1 = h_e\, l_{echiv}$ kg/m² sau mm col. apă unde h_e — căderea specifică de presiune pentru 1 m de conductă, calculată cu ajutorul nomogramelor $h_e = f\ (G, d, k)$ (vezi Revista Energetica nr. 7, 8 și 9/1958).

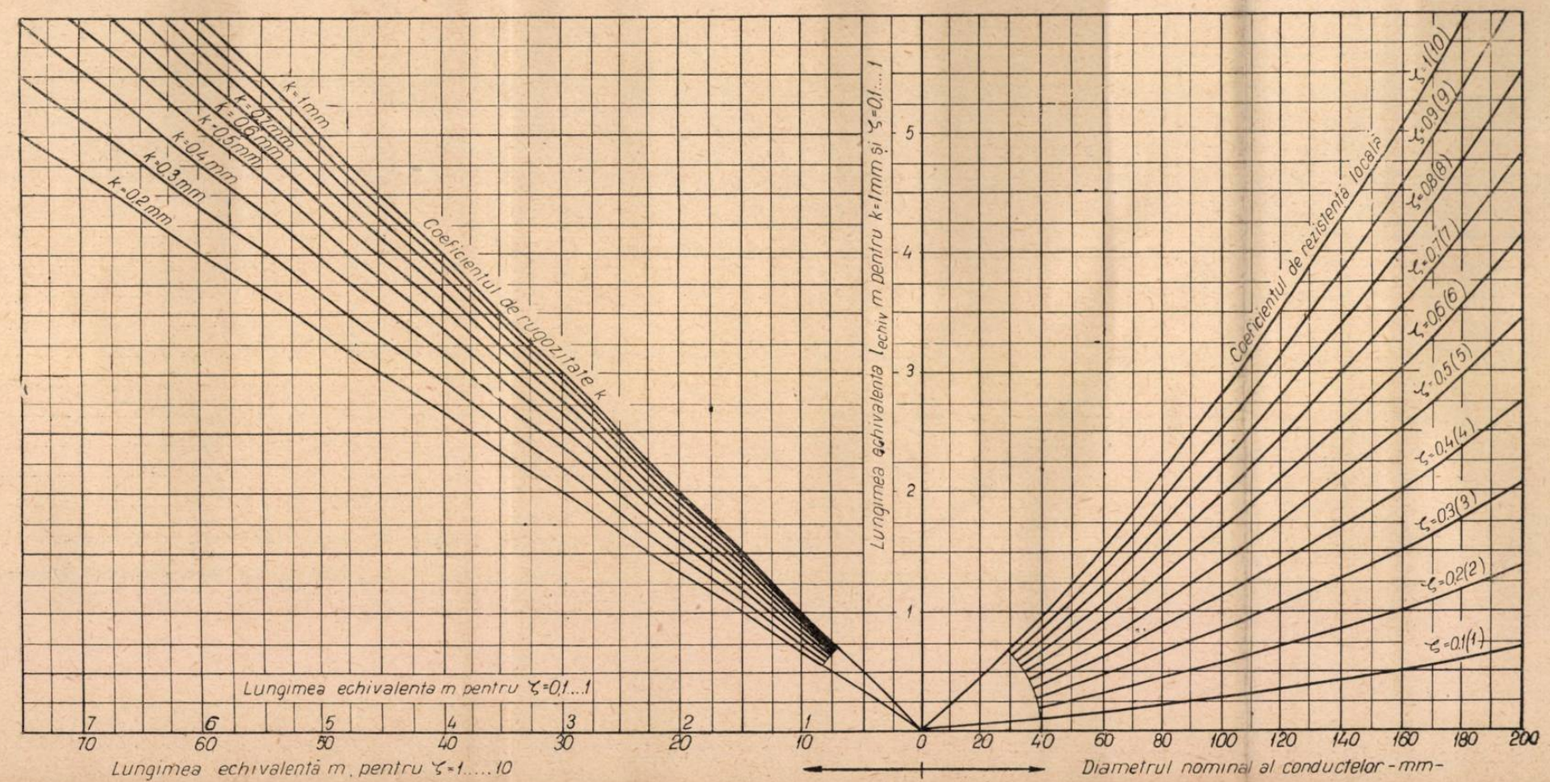
Căderea totală de presiune a unei conducte complicate se va determina astfel :

$$H = h_e\, l + \Sigma H_1 = h_e\, l + h_e\, l_{echiv_i} = h_e\, (l + l_{echiv}) \quad (5)$$

unde l — lungimea fizică a conductei, în m.

Ing. Gh. Colț și Ing. Gh. Stanca

Detaliu la nomogramă



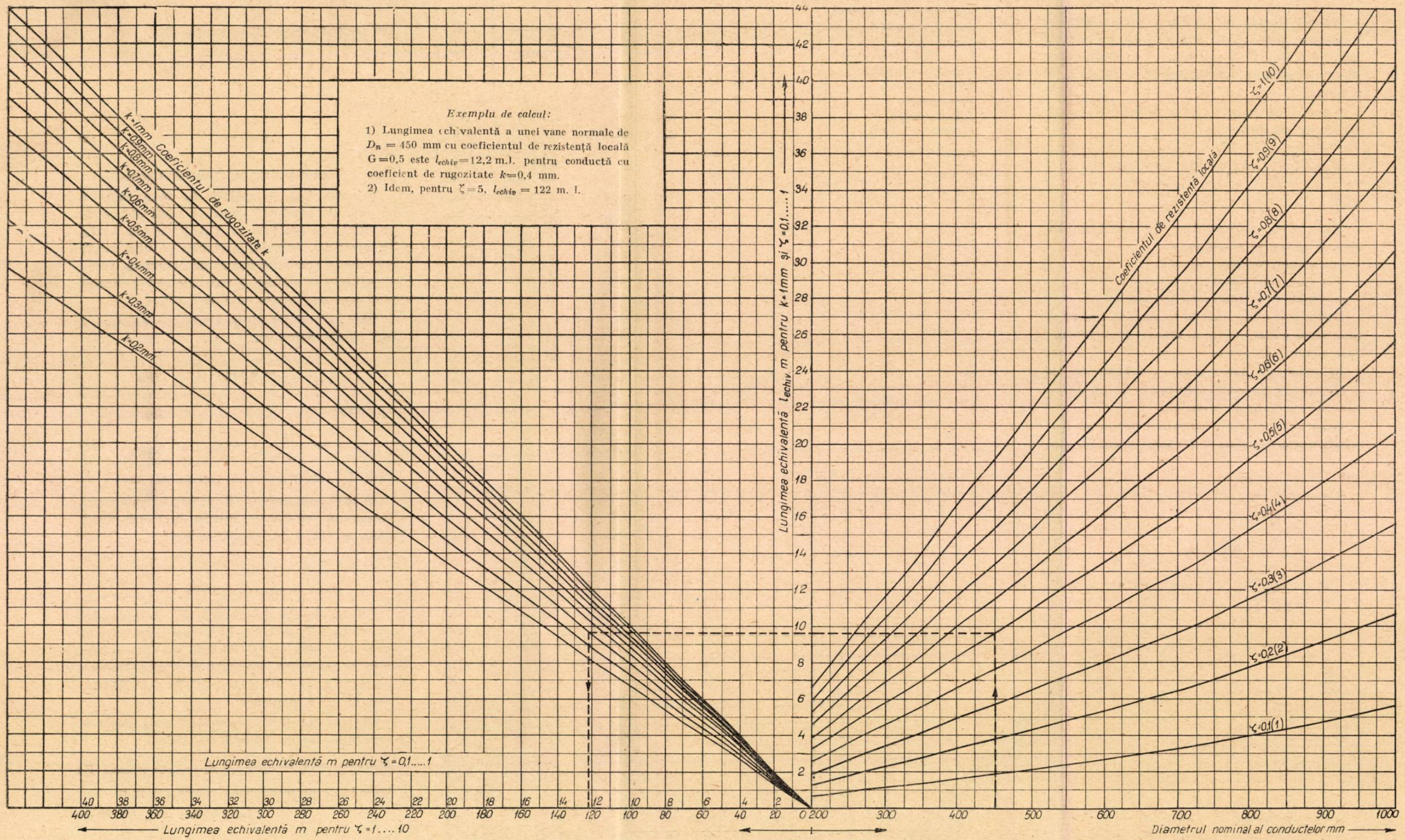
Nomogramă de calcul pentru rezistențele locale (lungimile echivalente) ale conductelor de transport pentru apă

Nomograma s-a întocmit după relația: $l_{echiv} = \frac{\zeta d^{1,25}}{0,11\, k^{0,25}}$

Exemplu de calcul:

1) Lungimea echivalentă a unei vane normale de $D_n = 450$ mm cu coeficientul de rezistență locală $G = 0,5$ este $l_{echiv} = 12,2$ m.l. pentru conductă cu coeficient de rugozitate $k = 0,4$ mm.

2) Idem, pentru $\zeta = 5$, $l_{echiv} = 122$ m. l.



СОДЕРЖАНИЕ

*** :**Вторая международная Конференция Объединенных Наций по использованию атомной энергии в мирных целях.**
Energetica VI (1958) nr. 11. стр. 485

Gh. Colţ, M. Beldiman, Şt. Marinescu : **„Оптимальная толщина тепловой изоляции городских теплофикационных трубопроводов".**
Излагается вопрос выбора оптимальной толщины тепловой изоляции трубопроводов для транспортирования горячей воды, в условиях городской теплофикации Р.Н.Р. Даются значения оптимальной толщины теплового изолирующего слоя для трубопроводов диаметром от 50 до 700 мм.

Energetica VI (1958) nr. 11, стр. 486

C. Dinulescu : **Системататизация и стаидардизация конструирования газовых горелок.**

Отмечается влияние качества смеси воздух-глаз на характер излучения пламени. Даются расчетные формулы и указываю]ся иракгические средства осуществления.

Energetica VI (1958) nr. 11, стр, 493

P. Raşcu : **Электрические схемы внутренних отделов ядерно-электрических станций.**

Освещаются особые условия, необходимые для обеспечения снабжения электроэнергией внутренних отделов ядерно-электрических станций и дается описание электрических схем внутренних отделов ряда сооруженных и проектируемых станций.

Energetica VI (1958) nr. 11, стр. 500

D. Corbaru : **Предварительное определение натурального коэффициента мощности промышленных предприятий.**
Излагается метод предварительного расчета натурального коэффициента мощности промышленных предприятий, — величина положенная в основу проектирования установок по улучшению cos φ промышленных потребителей.

Energetica VI (1858) nr. 11, стр. 504

ИЗ ОПЫТА ПРЕДПРИЯТИЙ

L. Waisman : **Аппараты для конструирования векторных диаграмм.**
Указываются преимущества конструирования векторных диаграмм с помощью декалометров и дается описание конструкции некоторых типов этих аппаратов, в том числе аппарата разработанного автором.

Energetica VI (1958) nr. 11, стр. 517

Gh. Miliţescu : **В связи с выявлением заземления в роторной цепи снихронных генераторов.**

Energetica VI (1958) nr. 11, стр. 519

ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 521

INHALTSVERZEICHNIS

* * * : **Die zweite internationale Tagung der Vereinigten Nationen über die Anwendung der Kernenergie für friedliche Zwecke**, S. 485

G. Colţ, M. Beldiman und St. Marinescu : **Bemessung der optimalen thermischen Isolierung für städtische Fernheizleitungen.**

Die Frage der Berechnung der otimalen Stärke der thermischen Isollerung für in Rumänien geplante städtische Fernheiz-Heisswasserleitungen wird eingehend behandelt. Für Leitungen von 50—700 mm Durchmesser werden die optimalen Bemessungswerte der Isolierungsschicht angegeben.

Energetica, VI, (1958), H. 11, S. 486

C. Dinulescu : **Systematisierung und Vereinheitlichung der Gasbrennerbautypen.**

Es wird der Einfluss der Qualität des Gas-Luft-Gemisches auf die Ausstrahlung der Flamme hervorg hoben ; anschliessend werden Berechnungsformeln und bautechnische Hinweise für Gasbrenner angeführt.

Energetica, VI, (1958), H. 11, S. 493

P. Raşcu : **Elektrische Schaltbilder der Eigenversorgungsanlagen von Kernkraftwerken.**

Die besonderen für die Versorgung der Eigenverbrauchsanlagen der Kernkraftweke erforderlichen Bedingungen werden untersucht und an Hand der elektrischen Schaltbilder einiger in Betrieb befindlichen oder geplanten Werke veranschaulicht.

Energetica, VI, (1958), H. 11, S. 500

D. Corbaru : **Verausbestimmung des natürlichen Leistungsfaktors von Industriebetrieben.**

Darlegung einer Methode zur rechnerischen Vorausbestimmung des natürlichen Leistungsfaktors von Industriebetrieben, zwecks Planung der Anlagen für dessen Verbesserung.

Energetica, VI, (1958), H. 11, S. 504

BETRIEBSERFAHRUNGEN

L. Waisman : **Geräte für Aufnahme vektorialer Diagramme.**

Es werden die Vorteile der Aufnahme vektorialer Diagramme mit Hilfe von Dekalometern dargestelt und einige derartige Apparate, darunter ein vom Verfasser entworfener, besprochen.

Energetica, VI, (1958), H. 11, S. 517

Gh. Miliţescu : **Uber die Feststellung von Erdschlüssen des Läuferkreises synchroner Generatoren.**

Energetica, VI, (1958), H. 11, S. 519

DOKUMENTIERUNG, S. 521

SOMMAIRE

* * * : **La deuxième conférence internationale des Nations Unies pour L'utilisation de l'energie nucléaire pour des buts pacifiques,** p. 485

Gh. Colţ, M. Beldiman et St. Marinescu : **Epaisseur optimum de l'isolation thermique pour les conduites de chauffage à distance urbain.**

Les auteurs traitent du probléme du choix de l'épaisseur optimum de l'isolation thermique des conduites destinées au transport d'eau chaude, en considérant les conditions du chauffage urbain en Roumanie. On présente les valeurs de l'épaisseur optimum de la couche d'isolation thermique pour conduites à diamétre de 50—700 mm.
Energetica VI, (1958) No. 11, p. 486

C. Dinulescu : **Systématisation et uniformisation de la construction des brûleurs à gaz.**

L'auteur démontre l'influence de la qualité du mélange air-gaz sur les propriétés de rayonnement de la flamme. Il donne ensuite les formules de calcul nécessaires et indique les moyens pratiques de réalisation des brûleurs à gaz.

Energetica VI, (1958) No. 11, p. 493

P. Raşcu : **Schémas électriques des services internes dans les centrales atomiques.**

L'auteur examine les conditions spéciales nécessaires afin d'assurer l'alimentation électrique des services internes des centrales nucléaires. Il présente aussi les schémas électriques des services internes de quelques centrales coonstruites ou en voie de projection.

Energetica VI, (1959) No. 11 p. 500

D. Corbaru : **Détermination préalable du facteur naturel de puissance des installations industrielles.**

L'auteur expose une méthode pour déterminer par calcul le facteur naturel de puissance des installations industrielles, en vue de projeter les moyens d'amélioration du facteur

Energetica VI, (1958) No. 11 p. 504

DE L'EXPERIENCE DES ENTREPRISES

L. Waisman : **Appareils pour l'exécution des diagrammes vectoriels.**

L'auteur indique l'avantage de l'exécution des diagrammes vectoriels à l'aide de décalométres et étudie la construction de quelques appareils dont l'un a été élaboré par lui-même.

Energetica VI, (1958) No. 11, p. 517

Gh. Miliţescu : **La détection des mises à la terre du circuit rotorique des générateurs synchrones.**

Energetica VI, (1958) No. 11, p. 519

DOCUMENTATION p. 521

CONTENTS

* * * : **The second international conference of the United Nations for peaceful utilisation of nuclear energy,** p. 485

G. Colţ, M. Beldiman and St. Marinescu : **Optimum thickness of thermal insulation for district heating pipes.**

The problem of computing optimum thickness in thermic insulation for hot water transport pipes, considering Roumania's district heating conditions, is treated in some details. Optimum insulation thickness for pipes with a 50—700 mm diameter is mentioned.

Energetica VI, (1958) No. 11 p. 486

C. Dinulescu : **Gas burners' systematic and uniform construction.**

The author shows that the quality of the air-gas mixture influences the flame's radiant properties. He gives then the computation formulae and indicates the practical means to realise efficient gas burners .

Energetica VI, (1958) No. 11 p. 493

P. Raşcu : **Nuclear powe plants' domestic power schemes.**

Special conditions necessary to insure power supply for nuclear power plants auxiliary services are examined, after which the electrical schemes of some plants, already built or planned to be constructed, are shown.

Energetica VI, (1958) No. 11 p. 500

D. Corbaru : **Predetermination of the natural power factor in industrial plants.**

The author examines a method to predeterminate by computation the natural power factor of industrial works, for designing improved installations.

Energetica VI, (1958) No. 11 p. 504

MANAGING EXPERIENCE

L. Waisman : **Instruments used in drawing vector diagrams.**
The article deals with the advantages realised by drawing vector diagrams with the aid of decalometers, the construction of some instruments being also shown. One of these was designed by the author.

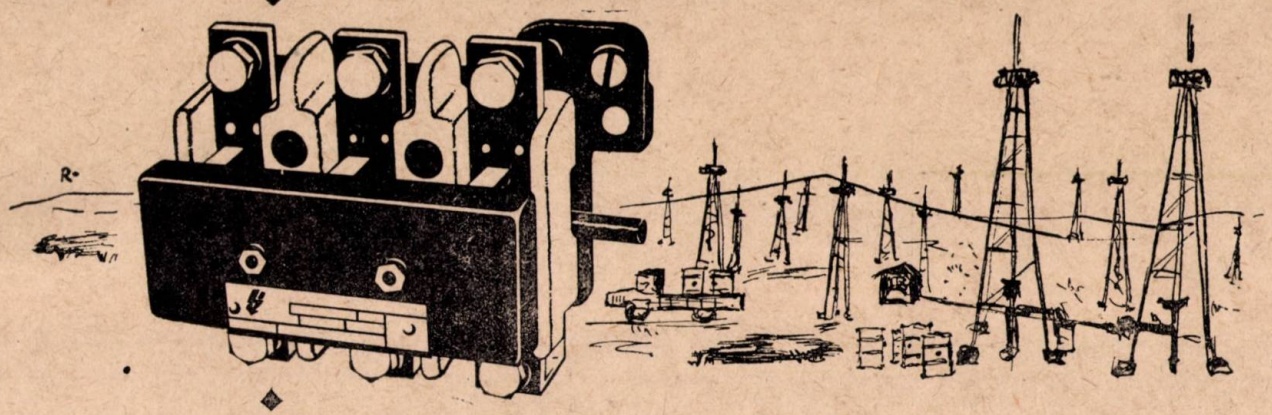
Energetica VI, (1958) No. 11 p. 517

Gh. Miliţescu : **The detection of earth connections in rotor circuits of synchronous generators.**

Energetica VI, (1958) No. 11 p. 519

DOCUMENTATION p. 521

MŰSZAKI KÖNYVTÁR-OSZTÁLY 1883



Noile noastre *SEPARATOARE CU CONTACTE DE PRESIUNE T R A* își justifică bunul lor renume.

Gabaritele foarte mici, puterea foarte mare de rupere și siguranța de funcționare conferă *SEPARATOARELOR NOASTRE CU CONTACTE CU PRESIUNE T R A* calitățile necesare pentru utilizarea lor multilaterală în toate domeniile industriei.

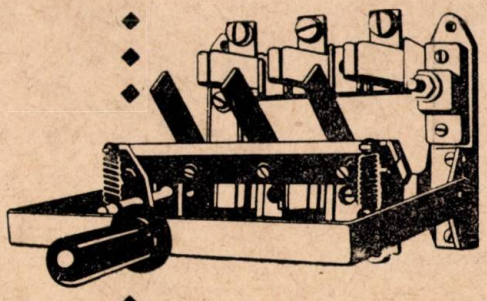
Ca separatoare sînt utilizabile pînă la 200 A și 500 V.

Livrabile cu tipurile de protecție POO, P 43, în execuție deschisă, cu capac de protecție, în carcasă de fontă cenușie cu acționare laterală și frontală.

Pentru regimuri de lucru simple recomandăm :

ÎNTRERUPTOARE COMUTATOARE CU PÎRGHIE pînă la 600 A și 500 V pentru conectarea circuitelor în instalațiile de forță și de iluminat.

Rugăm cereți-ne material de prospecte, tără obligo.



VEB ELEKTROSCHALTGERÄTE GRIMMA

(REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ)

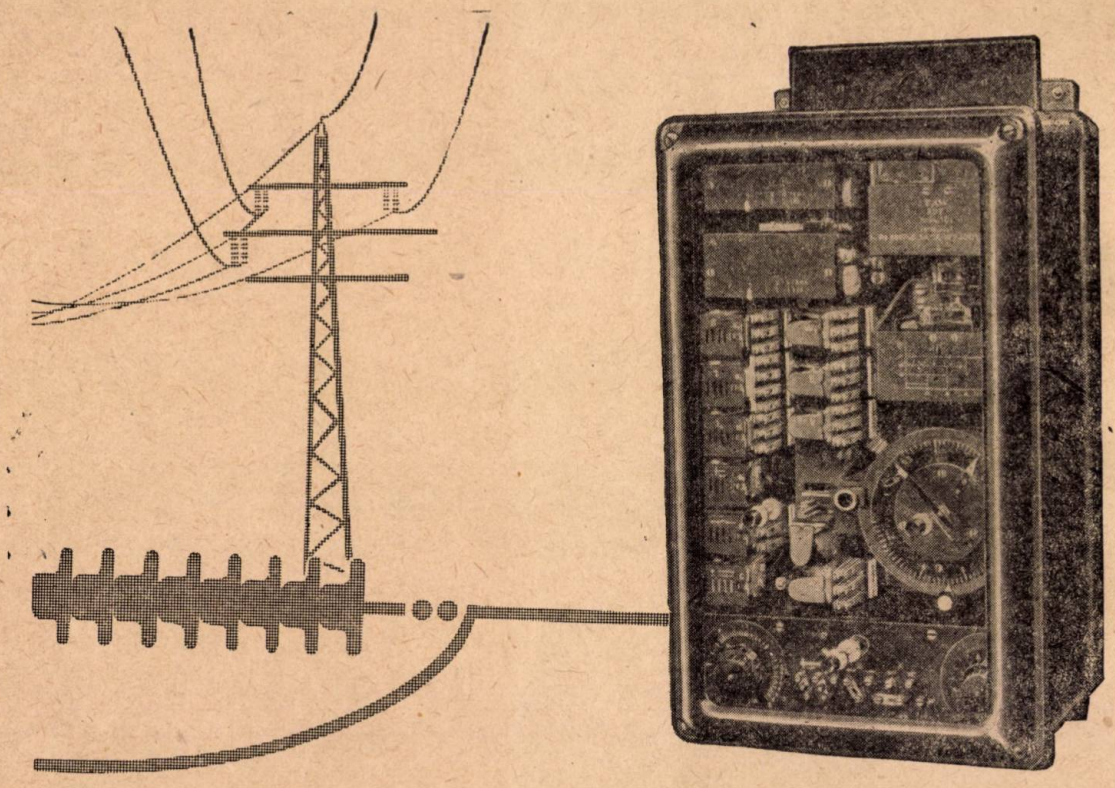
LE15

E 2039

ENERGETICA

12

1958



RELEE RAPIDE DE DISTANȚĂ RD 7

se utilizează în stații electrice de înaltă tensiune pentru protecția rețelelor multiplu buclate.

Prin separarea selectivă a cablelor și liniilor aeriene la apariția unor scurtcircuite, a unor scurtcircuite bifazate sau la manevre greșite se evită deconectări masive; în felul acesta se exclud perioade de întrerupere prin imediata recunoaștere a locului avariei. Piesele componente de calitate superioară ale acestor aparate sînt rezultatul unor cercetări continue și a unor experiențe de ani de zile în domeniul construcției releelor. Releele rapide de distanță fabricate de noi sînt utilizate cu succes în numeroase stații electrice din țară și străinătate.

PROGRAMUL NOSTRU DE FABRICAȚIE MAI CUPRINDE ÎN AFARĂ DE ACEASTA:

APARATE DE COMANDĂ, APARATE DE MĂSURĂ CONTOARE, RELEE, REDRESOARE

VĂ ȚINEM LA DISPOZIȚIE GRATUIT PROSPECTE AMĂNUNȚITE CU DATE TEHNICE

VEB ELEKTRO — APPARATE — WERKE
BERLIN — TREPTOW
HOFFMANNSTRASSE 15 — 26

Reprezentanța din București; **AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R. P. R.**
Secția Economică

E 2039

ENERGETICA

ANUL VI Nr. 12 DECEMBRIE 1958

SUMAR

* * * : **Dezvoltarea de perspectivă a energeticii în U.R.S.S.** 529

N. Pănoiu, I. Carabogdan şi C. Cazacu: **Unele aspecte ale măcinării ligniţilor pentru arderea lor în stare pulverizată** . . . 531

D. Leonida: **Funcţionarea economică a condensatoarelor turbinelor cu abur** . . . 536

D. Martac şi A. Bensimon: **Determinări experimentale ale curentului de punere la pământ într-o reţea electrică de 35 kV şi compararea rezultatelor experimentale cu rezultatele calculului** 545

D. Pavel: **Acumularea-tranzit a cascadelor hidroenergetice** 557

M. Kraft: **Din experienţa noastră de creare şi menţinere a depozitului de lignit la CTE Doiceşti** 563

ENERGETICA PESTE HOTARE

B. Marcu: **Probleme ale perspectivei dezvoltării energeticii industriale în U.R.S.S.** . 566

DOCUMENTARE 569

CRONICA 574

INDEX ALFABETIC 575

ANUL VI
1958

ENERGETICA

Nr. 12
DECEMBRIE

ORGAN AL ASOCIAȚIEI ȘTIINȚIFICE A INGINERILOR ȘI TEHNICIENILOR DIN R. P. R.
ȘI AL MINISTERULUI INDUSTRIEI GRELE — DEPARTAMENTUL ENERGIEI ELECTRICE

KÖNYVTÁR·ORSZÁGOS·MÚZEUM 1883

Institut de Documentare Tehnică
BUCUREȘTI
OBMEH - CSERE
VYMENA - WYMIANA
TAUSCH - ОБМЕНА

621.311.1(47)

Dezvoltarea de perspectivă a energeticii în U.R.S.S.

Energetica sovietică a parcurs un drum lung și glorios de la planul de electrificare GOELRO și pînă în zilele noastre.

Partidul Comunist al Uniunii Sovietice a urmat cu consecvență linia indicată de Lenin, care a acordat o importanță excepțională electrificării, definind „comunismul ca puterea sovietică plus electrificarea întregii țări".

Producția de energie electrică în U.R.S.S. s-a dezvoltat în ritm rapid pentru a face față cererilor crescînde ale economiei naționale și ale populației. În anul 1958 producția de energie electrică prezumată este de 233 TWh. În prezent, în U.R.S.S. se produce în numai 3 zile o cantitate de energie electrică egală cu producția dintr-un an întreg a vechii Rusii țariste.

Pentru a asigura baza necesară energeticii, constructorii de mașini au reușit să ridice la 7 milioane kW puterea totală a turbinelor fabricate în anul acesta, față de 6 000 kW, cît era în anul 1913.

Puterile noi instalate, puse în funcțiune în centralele electrice între anii 1954—1958 ajung la 24 milioane kW, în timp ce în anii primului și ai celui de-al doilea cincinal luați la un loc puterea instalată în centralele electrice a crescut cu 6,4 milioane kW.

În paralel cu dezvoltarea centralelor electrice clasice, se înregistrează succese importante în utilizarea pașnică a energiei atomice; astfel, în acest an a intrat în funcțiune primul grup de 100 MW dintr-o centrală atomoelectrică de 600 MW, cea mai puternică centrală de acest gen din lume.

Prin nivelul atins al producției de energie electrică, Uniunea Sovietică a depășit în valori absolute țări capitaliste dezvoltate ca Anglia, Germania occidentală și Franța.

În U.R.S.S. în cadrul planului de dezvoltare de perspectivă al economiei naționale pe următorii 15 ani se prevede, în comparație cu nivelul anului 1957, creșterea extracției de minereu de fier de 3,5 ori, a extracției de petrol de 4 ori, a extracției de gaze de 13—15 ori, a producției de fontă și oțel de 2,3 ori, de energie electrică de 4,3 ori etc.

Prin traducerea în viață a sarcinilor stabilite în linii mari prin acest program economic de construire a comunismului pentru următorii 15 ani, Uniunea Sovietică va ocupa primul loc în lume în ceea ce privește producția pe cap de locuitor, cît și ca volum al producției globale.

Cifrele de control al dezvoltării economiei naționale a U.R.S.S. pe perioada 1959—1965 conținute în tezele raportului tovarășului N. S. Hrușciov la Congresul al XXI-lea al P.C.U.S. marchează o etapă importantă din acest plan de perspectivă.

În întrecerea economică dintre sistemul socialist și cel capitalist are o importanță deosebită cîștigul maxim de timp și de aceea cifrele de control prevăd dezvoltarea accelerată a economiei naționale, ritmul de dezvoltare fiind ca și în trecut superior ritmului de dezvoltare a principalelor țări capitaliste.

Între altele, în viitorii șapte ani urmează să se dezvolte rapid electrificarea tuturor ramurilor economiei naționale, să se electrifice cca 20 000 km căi ferate, să se introducă pe scară largă tehnica nouă, mecanizarea și automatizarea.

Datorită intensificării extracției gazelor și țițeiului au loc schimbări radicale de structură în balanța de combustibili a U.R.S.S., ponderea gazelor și țițeiului crește foarte mult. Se va extinde utilizarea gazelor și țițeiului ca combustibili tehnologici și energetici, ceea ce va duce la îmbunătățirea valorificării resurselor de combustibili și materii prime și la realizarea de mari economii de muncă socială.

Pe baza cărbunelui ieftin din zăcămintele noi, va avea loc o puternică dezvoltare a energeticii în Siberia.

În anul 1965 producția de energie electrică va atinge 500—520 TWh, iar puterea instalată în centralele electrice va crește de peste două ori.

O particularitate a programului de construcții de noi centrale electrice în viitorii șapte ani o constituie orientarea cu precădere spre construirea de centrale termoelectrice în care se vor utiliza cărbunii ieftini, gazele naturale și păcura.

Din punct de vedere al economiei generale arderea în focarele cazanelor din noile centrale a păcurii sau a gazelor naturale atrage după sine economii importante. Ponderea producției de energie electrică pe bază de gaze naturale crește de la 3,3% în anul 1956 la circa 15% în 1965. După cum se știe atît investițiile în centralele electrice, cît și cheltuielile de exploatare pentru producerea de energie electrică și

termică sînt mai reduse în centralele ce utilizează gaze sau păcură.

Şi în U.R.S.S. investiţiile pentru extracţia gazelor naturale şi a păcurii sînt incomparabil mai reduse decît pentru extracţia cărbunilor celor mai ieftini. De asemenea preţul de cost al exploatării zăcămintelor de gaze este inferior preţului de cost al celor mai ieftini cărbuni. Gazele şi păcura prezintă mai multă uşurinţă şi sînt mai economice şi la transport decît cărbunii.

Cu toate că în prezent fabricile constructoare de turbine din U.R.S.S. asimilează construcţia de turbine de gaze de puteri unitare de 25 şi 50 MW, construcţiile noi energetice din viitorii şapte ani vor fi orientate în principal spre folosirea de turbine cu abur cu condensaţie de puteri unitare mari şi în centrale de mare putere, întrucît calculele tehnico-economice au arătat că în felul acesta se obţin atît costuri mai reduse pe kW instalat, consumuri specifice de combustibil convenţional pe kWh, cît şi indici specifici de personal pe MW instalat mai reduşi. Centralele cu turbine cu gaze ar urma să se construiască deocamdată pînă la puteri de 300 MW, putînd fi folosite şi pentru termoficare.

Puterea instalată în centrale termoelectrice va creşte de 2,3—2,4 ori, adică cu 58—60 milioane kW. Din această putere nouă 47—50 milioane kW se vor instala în termocentrale cu condensaţie cu puteri de peste 1 milion kW. Turbinele vor avea puteri unitare de 100, 150, 200 şi 300 MW. Centralele vor fi construite după schema bloc cazan-turbină.

Realizarea de centrale de mare putere, la parametri ridicaţi cu folosirea de cazane şi turbine de debite, respectiv puteri unitare foarte mari şi folosirea pe scară largă a gazelor naturale şi a păcurii trebuie să conducă pentru următorii şapte ani la o reducere a costurilor de deviz pe kW instalat cu 23% faţă de anul 1958.

În cifrele de control se arată că pe seama reducerii investiţiilor capitale în construcţii hidroenergetice şi prin punerea accentului pe construcţia de centrale termoelectrice cu aceleaşi investiţii se va obţine un spor al puterii instalate în centrale electrice de aproximativ 10 milioane kW. Totodată se scurtează durata de construcţie şi montaj a noilor centrale.

În cadrul programului de construcţii hidroenergetice se prevede terminarea şi darea în funcţiune a hidrocentralelor de la Stalingrad, Bratsk, Kremenciug, Votkinsk, Buhtarminsk ş. a. precum şi începerea construcţiei unor hidrocentrale noi în regiuni ce nu dispun de combustibili suficienţi şi ieftini.

De o mare atenţie se vor bucura în aceşti ani lucrările pentru dezvoltarea accelerată a reţelelor electrice. Creşterea de 2,5—3 ori a lungimii reţelelor cu tensiuni cuprinse între 35 şi 500 kW va permite alimentarea din sistemele energetice (din centrale moderne, de mare putere) a oraşelor şi a regiunilor industriale şi rurale. Se creează în felul acesta condiţiile necesare pentru limitarea construcţiei de centrale mici, care precum se ştie au costuri ridicate de investiţii şi sînt neeconomice (atît în ce priveşte consumul specific de combustibil convenţional pe kWh, cît şi în privinţa utilizării raţionale a personalului).

Mergînd pe linia creării sistemului energetic unic al U.R.S.S., lucrările de reţele ce se vor executa în viitorii şapte ani vor constitui o etapă în realizarea acestui obiectiv energetic de extremă importanţă, prin apariţia sistemelor energetice unice a părţii europene a U.R.S.S. şi a Siberiei centrale, precum şi a sistemelor interconectate din regiunile de nord-vest, vest, Transcaucazia, Kazahstan şi Asia centrală.

Apariţia unor sisteme energetice unice în cadrul cărora funcţionează în paralel centrale totalizînd puteri de 50—60 milioane kW pune în faţa energeticienilor sovietici spre rezolvare probleme de sistem foarte complexe, problema trecerii la tensiuni superioare celor folosite pînă în prezent şi chiar problema transportului pe linii de curent continuu.

Va continua să se dezvolte termoficarea industrială şi urbană, folosindu-se parametri şi unităţi cît mai economice; de asemeni se vor pune în funcţiune centrale atomoelectrice cu reactoare de diferite tipuri.

Pentru realizarea programului expus mai sus constructorii de maşini trebuie să atingă în anul 1965 o producţie anuală de turbine 18,7—20,4 milioane kW adică 2,8—3 ori faţă de 1958.

Pentru investiţiile capitale în centrale electrice, reţele electrice şi reţele termice se prevăd 125—129 miliarde ruble.

În Siberia şi Kazahstan se creează o puternică bază energetică.

Datorită acestei dezvoltări rapide, ponderea regiunilor răsăritene în producţia de energie electrică va atinge în 1965 46% din producţia U.R.S.S.

Numai în aceste regiuni producţia de energie electrică creşte de 3,3—3,5 ori, sporul reprezentînd 35% din sporul total pe U.R.S.S.

Nu încape îndoială că energeticienii sovietici vor reuşi să se achite cu cinste de sarcinile măreţe ce le stau în faţă.

622.87 :621.311.22.004

Unele aspecte ale măcinării ligniţilor pentru arderea lor în stare pulverizată

N. PĂNOIU, I. CARABOGDAN şi C. CAZACU *),

Se prezintă rezultatele cercetărilor de arderea ligniţilor din bazinul Schitu Goleşti într-o instalaţie de cazan, echipat cu mori cu ciocane. Se analizează rezultatele obţinute şi se fac propuneri de îmbunătăţirea funcţionării actualei instalaţii. De asemenea, se fac propuneri privitoare la proiectarea şi construirea noilor instalaţii de acest tip.

În ultimii ani, o dată cu reducerea cotei de combustibili superiori destinată producerii de energie şi cu descoperirea de noi zăcăminte de combustibili inferiori (ligniţi), se impune din ce în ce mai mult cercetarea posibilităţilor de folosire a acestora în centralele termice ale diverşilor consumatori industriali şi în centralele termoelectrice. Această reducere a cotei de combustibil superior se datoreşte faptului că o mare parte din producţia de combustibil solid a fost destinată fabricării cocsului metalurgic.

Specificul ligniţilor romîneşti constă în umiditatea ridicată (25—40%) şi în procentul mare de cenuşa de 45—55% (raportat la masa uscată). Se creează astfel condiţii nefavorabile pentru obţinerea unor randamente economice în instalaţiile de ardere. Caracteristicile fizico-chimice ale zgurilor ligniţilor din R.P.R. şi, în special, temperatura de topire a acestora foarte coborîtă conduc la creşterea pierderilor de căldură prin ardere mecanic incompletă şi la obţinerea unor încărcări termice relativ scăzute.

Cazanele centralelor industriale sînt echipate cu grătare. În cadrul unor lucrări anterioare [1], [2], [3], au fost prezentate aspecte ale arderii ligniţilor în strat şi s-a dat, totodată, o soluţie constructivă de grătar adecvat arderii ligniţilor în strat. La cazanele de debit mijlociu şi mare, combustibilul este ars în stare pulverizată. Lucrarea de faţă constituie o continuare a cercetărilor în domeniul arderii ligniţilor, referindu-se la arderea acestora în stare pulverizată.

Dificultăţile care apar în procesul de ardere în strat [2], cum şi cantităţile mari de combustibil necesare cazanelor mijlocii şi mari pledează pentru trecerea la arderea, în aceste agregate, în stare pulverizată. Această metodă de ardere permite folosirea combustibilului cu un procent ridicat de praf, mecanizarea şi automatizarea proceselor de ardere, controlul riguros al arderii, reducerea considerabilă a inerţiei focarului, cum şi sporirea randamentului. Pulverizarea combustibilului şi prepararea lui în morile de cărbune înlătură complet greutăţile de aprindere care apar la arderea ligniţilor, micşorîndu-se sensibil — în acelaşi timp — aglutinarea zgurii în focar. Procentul ridicat de materii volatile (25—40%) uşurează pe de o parte, procesul de aprindere a particulelor de praf, însă implică totodată luarea de măsuri speciale pentru înlăturarea pericolului de explozie ce poate să apară în instalaţiile de prepararea prafului. Conţinutul ridicat de materii volatile permite, de asemenea, ca măcinarea ligniţilor să fie grosieră (restul pe sita R_{90} de 50—60%) [5]. Avîndu-se în vedere aceste particularităţi, măcinarea lignitului este posibilă în instalaţii simple, cu consum redus de metal şi energie ele trică ce se realizează cu investiţii reduse. În lumina acestor considerente pentru efectuarea cercetărilor de arderea ligniţilor în stare pulverizată, s-a ales un cazan IPROM de 20 t/h, echipat cu două mori cu ciocane, cu puţ şi ambrazură. Datorită simplităţii schemei de preparare a prafului, procesul de măcinare poate fi uşor urmărit.

Parametrii de funcţionare ai instalaţiei sînt :

— presiunea aburului — 21 ata*);
— temperatura aburului supraîncălzit — 400°C;
— temperatura aerului preîncălzit — 240°C.

Cazanul este de tip radiant, avînd focarul cu un volum de 124 m³ ecranat pe toţi pereţii.

Fascicolul convectiv este slab dezvoltat; supraîncălzitorul, economizorul şi preîncălzitorul de aer sînt amplasate pe drumul al doilea de gaze. Partea inferioară a focarului este neecranată. Evacuarea zgurii şi a cenuşii se efectuează hidraulic în mod continuu. Pentru captarea cenuşii volante, după preîncălzitorul de aer pe traseul de ardere este montat un desprăfuitor.

Linia tehnologică a alimentării cu combustibil cuprinde un concasor, care asigură la ieşire o granulaţie de 0—10 mm. Schema de prepararea prafului se compune din două mori cu ciocane, avînd fiecare o suprafaţă activă de ~ 0,950 m². Morile sînt alimentate din buncăre cu alimentatori cu duză, aşezaţi deasupra puţurilor. Combustibilul cu granulaţia de 0—10 mm este introdus în moară prin puţ. Secţiunea acestuia este

* Inginer *N. Pănoiu* este şeful Sectorului de ardere din cadrul Institutului de energetică al Academiei R.P.R.

Inginer *I. Carabogdan* este cercetător ajutor, Institutul de Energetică al Acad. R.P.R.

Inginer *C. Cazacu* este cercetător, Institutul de Energetică al Acad. R.P.R.

*) Cazanul este construit pentru presiunea de 35 ata.

de 1,04 m², avînd o înălțime de 5,75 m. Amestecul aer-praf este introdus în focar prin ambrazuri de formă dreptunghiulară, cu secțiunea de 0,83 × 0,71 m.

Cazanul este prevăzut cu două injectoare de păcură amplasate în centrul ambrazurii. Ele sînt alimentate cu aer, printr-o conductă metalică cu o secțiune de 0,049 m².

În vederea efectuării cercetărilor experimentale, cazanul a fost echipat cu aparate de măsură necesare urmăririi variației tuturor parametrilor.

În perioada încercărilor au fost folosite două sorturi de lignit, provenite din bazinul carbonifer Schitu-Goleşti, şi anume : primele patru probe au fost efectuate cu lignit de la mina Godeni, iar următoarele trei cu un amestec de lignit provenit de la minele Berevoeşti, Poenari şi Godeni.

O atenție deosebită s-a acordat luării probelor medii de combustibil şi efectuării analizelor de laborator. Rezultatele acestor analize sînt prezentate în tabela 1.

Tabela 1

Denumirea	Încercarea					
	I	II	III	IV	VI	VII
Umiditate, %	31,06	30,99	31,58	29,82	29,15	27,24
Cenuşă, %	19,11	17,99	18,92	22,25	20,47	22,60
Materii vol. %	26,91	27,12	26,80	26,06	27,75	27,78
Sulf total, %	0,93	0,93	0,91	0,92	0,94	0,96
Putere calor. infer., kcal/kg	2 782	2 877	2 766	2 650	2 804	2 799

Trebuie remarcat faptul că sorturile utilizate (mina Godeni şi amestec din depozit) diferă, în special, prin conținutul de cenuşă, mai ridicat la ultimul sort, față de primul.

Cercetările au fost efectuate în trei regimuri de funcționare, şi anume :

— sarcină minimă *) 6 — 9 t/h ;
— sarcină medie 10 — 12 t/h ;
— sarcină maximă 16 — 18 t/h.

Menționăm că sarcina maximă a fost limitată de posibilitățile de încărcare ale morilor.

Analiza gazelor de ardere nu a evidențiat urme de oxid de carbon, ceea ce arată că din punct de vedere chimic arderea a fost completă.

Din examinarea tabelei 2, se remarcă valoarea foarte ridicată a pierderilor prin ardere mecanic incompletă la încercarea I-a ; aceasta se datoreşte conducerii defectuoase a focului în timpul probei (ventilare puternică a morilor, măcinare grosieră — procent ridicat de nearse în zgură — 43 %). Cauze similare au determinat şi valoarea de 14,3 % a acestor pierderi la încercarea a III-a.

Încărcările termice volumetrice ale focarului se situează sub valorile întîlnite în literatura de specialitate pentru instalații asemănătoare (150 000—200 000 kcal/m³h) [4], ceea ce denotă o slabă utilizare a volumului focarului.

Valorile obținute pentru randamentul cazanului sînt în general mai mici decît cele uzuale, deoarece cazanul nu poate atinge debitul nominal din cauza sistemului de preparare a prafului de cărbune care funcționează defectuos.

Întrucît în timpul încercărilor s-a constatat că sistemul de preparare a prafului limitează debitul cazanului, în cele ce urmează se va analiza funcționarea morilor şi a sistemului de separare a prafului de cărbuni.

Morile cu ciocane sînt echipate cu motoare de 45 kW avînd o turație de 960 rot/min. Diametrul rotorului este 1 000 mm, iar lungimea de 944 mm. Pe rotor sînt montate 36 de ciocane basculante, situate pe 9 rînduri a cîte patru ciocane aşezate în şah. Interstițiul ciocan-blindaj-moară variază între 30 şi 70 mm, în funcție de gradul de uzură al ciocanelor. Alimentarea cu combustibil se face tangențial, iar aerul preîncălzit este introdus axial pe la ambele capete.

În schema actuală de funcționare a instalației de măcinare a combustibilului, întreaga cantitate de aer necesar arderii este introdusă prin mori, neexistînd posibilitatea introducerii aerului secundar. Literatura de specialitate [4] recomandă ca numai o cantitate de 40—50 %

Tabela 2

Denumirea	Unit. de măsură	Încercarea					
		I	II	III	IV	VI	VII
Debitul cazanului	kg/h	6 837	11 232	16 374	8 036	6 532	17 606
Exces aer focar	—	2,54	1,87	1,37	2,14	2,64	1,32
Pierderi prin ardere mecanic incompletă	%	32,62	2,41	14,30	1,89	1,92	4,22
Temperatura gaze coş	°C	143	162	189	143	142	200
Exces aer coş	—	3,65	2,61	1,93	2,79	3,51	1,76
Pierderi la coş	%	11,58	13,52	11,34	12,50	15,12	11,93
Încărcarea volumetrică a focarului	kcal/m³,h	66	92	138	62	51,5	142
Rand. caz. (indir)	%	53,9	82,16	72,52	83,7	81,0	82,0

În tabela 2, se prezintă cîteva date care caracterizează funcționarea cazanului.

*) Sarcina minimă a fost limitată de temperatura apei de alimentare la ieşirea din economizor.

din aer să fie introdusă prin mori, iar restul să fie introdus în focar cu aer secundar.

Puțul morii este de secțiune dreptunghiulară fără sistem de separare.

Datorită procesului de uscare a combustibilului în moară și în puț, umiditatea acestuia se reduce de la valoarea medie de 30% la aproximativ 15% (tabela 3).

și priză), 2, ciclonul 3 pentru separarea primară a prafului, vasul colector 4, filtrul 5 pentru separarea secundară, diafragma 6 și un aparat aspirator prevăzut cu un dispozitiv de

Tabela 3

Denumirea	Unit. de măsură	Încercarea					
		IV		VI		VII	
		moara *1*	moara *2*	moara *1*	moara *2*	moara *1*	moara *2*
Temperatura aerului preîncălzit	°C	193		198		2[illegible]8	
Debitul de combustibil	kg/h	1 222	2 914	1 151	1 124	2 413	3 917
Umiditatea prafului prelevat din ambrazură	%	–	16,44	8,72	15,93	10,38	15,21

De remarcat faptul că praful pregătit de moara *1* are o umiditate mai mică decît cel pregătit de moara *2*. Aceasta se explică prin încărcarea mai redusă a primei mori față de a doua.

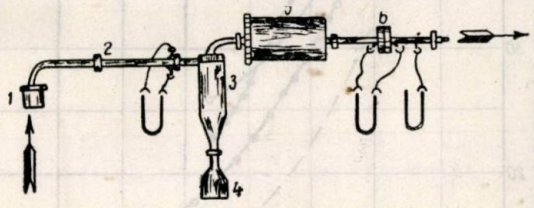


Fig. 1. Schema instalației pentru prelevarea probelor de praf.

Pentru prelevarea probelor de praf necesare analizelor granulometrice și determinării

reglare a debitului. Analizele granulometrice ale probelor de praf luate cu ajutorul acestei instalații arată că restul pe sita R_9 variază la moara *1* între 72% (încercarea a VI–a) și 87% (încercarea a VII–a), iar la moara *2* între 58% (încercarea a VI-a) și 76% (încercarea a VII-a).

Curbele granulometrice sînt date în fig. 2.

Pentru a evidenția influența ventilării morilor asupra fineței de măcinare obținute, s-a calculat viteza amestecului aer-praf în puț și ambrazură. Rezultatele acestor calcule sînt prezentate în tabela 4.

Din examinarea datelor din tabela 4 se constată că moara *1*, avînd ciocanele cu un grad de uzură de 50%, a măcinat o cantitate de combustibil mai mică decît moara *2*, ale cărei ciocane erau noi. Această diferență de

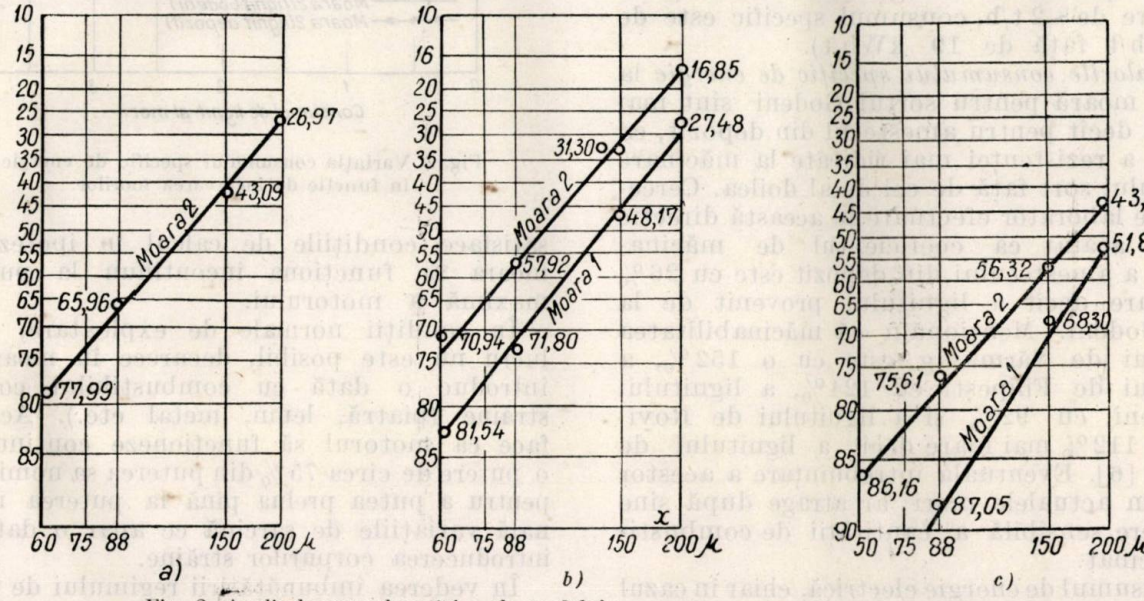


Fig. 2. Analizele granulometrice ale prafului : *a* – proba nr. 4 ; *b* – proba nr. 6 ; *c* – proba nr. 7.

umidității, s-a utilizat o instalație specială (fig. 1) compusă din sonda 1 prevăzută cu două prize de presiune statică (ambrazură

debit de combustibil se mai datorește și traseului de aer, care în cazul morii *1* este mai lung, influențînd ventilația acesteia.

Tabela 4

Denumirea	Unit de măs.	Încercarea					
		I	II	III	IV	VI	VII
Consum combustibil moara *1*.	kg/h	1 275	1 576	2 303	1 222	1 151	2 413
Consum combustibil moara *2*.	kg/h	1 664	2 388	3 884	2 914	1 124	3 917
Viteza în puțul *1*	m/s	2,7	3,5	3,5	2,9	3,4	3,9
Viteza în puțul *2*	m/s	3,5	4,4	5,0	6,9	3,3	7,2
Viteza în ambraz. *1*	m/s	5,22	6,64	6,63	5,55	6,61	7,50
Viteza în ambraz. *2*	m/s	6,82	10,35	9,62	13,22	6,45	12,15

Viteza amestecului aer—praf în puț, variind la moara *1* între 2,7 și 3,9 m/s, iar la moara *2* între 3,3 și 7,2 m/s, se situează cu mult deasupra limitelor prevăzute în literatura de specialitate (1,55 m/s) [5]. De asemenea, vitezele în ambrazură, variind între 5,22 și 7,50 m/s (moara *1*) și 6,45 și 13,22 (moara *2*), depășesc sensibil valorile recomandate (4—6 m/s) [4]. Reiese, deci, că morile sînt foarte puternic ventilate, fapt confirmat —de altfel—și de analizele granulometrice ale prafului (fig. 2). Din analiza acestor diagrame, se constată că moara *2*, deși a fost mai puternic ventilată, totuși granulația prafului este mai fină, ceea ce se explică prin uzura mai redusă a ciocanelor.

În scopul studierii consumului specific de energie electrică necesar măcinării combustibilului, s-au înregistrat consumurile de energie aferente morilor. Pe baza acestor date, s-au trasat diagramele din fig. 3, din a căror examinare se desprind următoarele observații:

a) Moara *1* avînd un grad de uzură mai înaintată în comparație cu moara *2*, are un consum specific de energie mai ridicat (la o încărcare de ~2 t/h, consumul specific este de 23 kWh/t față de 19 kWh/t).

b) *Valorile consumului specific de energie* la aceeași moară pentru sortul Godeni sînt mai ridicate decît pentru amestecul din depozit, ca urmare a rezistenței mai ridicate la măcinare a primului sort față de cel de al doilea. Cercetările de laborator efectuate în această direcție [6] au arătat că coeficientul de măcinabilitate a amestecului din depozit este cu 26% mai mare decît a lignitului provenit de la mina Godeni. Menționăm că măcinabilitatea lignitului de Sărmășag este cu o 152%, a lignitului de Filipești cu 124%, a lignitului de Cîpeni cu 92% și a lignitului de Rovinari cu 112% mai mare decît a lignitului de Godeni [6]. Eventuala întrebuințare a acestor ligniți în actualele mori ar atrage după sine o creștere sensibilă a cantității de combustibil măcinat.

c) Consumul de energie electrică, chiar în cazul morii *2*, se situează peste valorile indicate de literatura de specialitate (6—10 kWh/t) [5].

Pentru reducerea consumului specific de energie s-a căutat să se încarce mai mult morile cu combustibil, ceea ce nu a fost posibil din cauza puterii mici a motoarelor de antrenare a morilor. Verificîndu-se prin calcul puterea necesară acționării morii, s-a constatat că puterea actuală a motorului

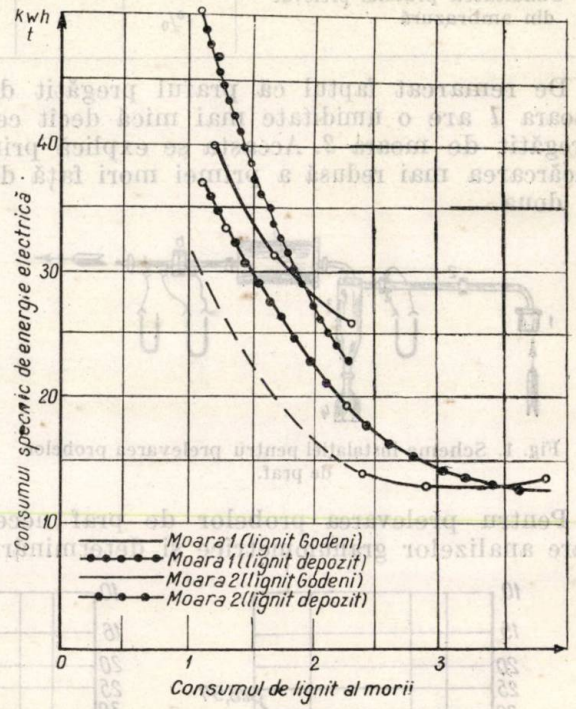


Fig. 3. Variația consumului specific de energie în funcție de încărcarea morilor.

satisface condițiile de calcul în ipoteza că moara ar funcționa încontinuu la puterea maximă a motorului.

În condiții normale de exploatare, acest lucru nu este posibil, deoarece în moară se introduc o dată cu combustibilul corpuri străine (piatră, lemn, metal etc.). Aceasta face ca motorul să funcționeze continuu la o putere de circa 75% din puterea sa nominală, pentru a putea prelua pînă la puterea nominală variațiile de sarcină ce apar o dată cu introducerea corpurilor străine.

În vederea îmbunătățirii regimului de funcționare a actualei instalații de preparare a prafului, se propune:

a) *Înlocuirea actualelor motoare* de 45 kW *cu motoare de* 90 kW. De altfel, literatura

de specialitate [5] recomandă alegerea unui motor cu o putere mult mai mare decît puterea reieşită din calculul morii. Astfel, este dat un exemplu, în care la o moară similară morii analizate, la un cărbune cu o măcinabilitate mai mare cu circa 100% faţă de cărbunele de Godeni, deşi din calcul a reieşit o putere necesară antrenării morii de 45 kW, s-a montat un motor de 90 kW.

b) *Demontarea injectoarelor de păcură şi a conductelor de aer şi montarea lor laterală.* Această modificare va atrage după sine mărirea secţiunii active a ambrazurii, deci micşorarea vitezelor amestecului aer-praf. Totodată, se îmbunătăţeşte sensibil regimul aerodinamic al ambrazurii şi umplerea ei cu amestec aer-praf. Umplerea uniformă a ambrazurii conduce la o repartiţie raţională a particulelor de praf în spaţiul focarului, îmbunătăţindu-i astfel regimul termic şi aerodinamic.

c) *Mărirea secţiunii ambrazurii* de la 0,541 m² la 0,675 m² şi modificarea formei sale conform schiţei prezentate în fig. 4. Se vor

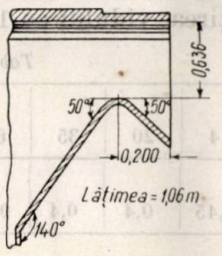


Fig. 4. Forma şi dimensiunile ambrazurii propuse.

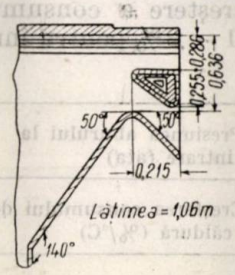


Fig. 5. Forma şi dimensiunile ambrazurii cu deflector.

micşora astfel vitezele în ambrazură, micşorîndu-se totodată şi zgurificarea care apare în situaţia actuală pe peretele posterior al focarului. Se vor reduce corespunzător pierderile prin ardere mecanic incompletă, printr-o umplere mai raţională a volumului focarului.

d) *Montarea cu titlu experimental* a unui deflector în ambrazură, conform fig. 5.

Se asigură utilizarea intensivă a volumului focarului şi îmbunătăţirea condiţiilor de aprindere a amestecului aer-praf. Jetul de aer-praf insuflat în focar este împărţit în două. În spatele deflectorului se creează o zonă de depresiune, în care se absorb gaze de ardere din focar, asigurîndu-se astfel menţinerea unei temperaturi ridicate în zona de aprindere. Literatura de specialitate [7] arată că montarea unor asemenea deflectoare a condus la o îmbunătăţire sensibilă a calităţii arderii, în cazul unor combustibili similari lignitului din bazinul carbonifer Schitu-Goleşti.

Modificările propuse pot fi efectuate de însăşi centrala respectivă, cu cheltuieli minime. Realizarea lor va conduce, în mod evident, la o îmbunătăţire substanţială a funcţionării cazanului şi la o ridicare a debitului de la 17 t/h la 20 — 22 t/h.

Pentru noile construcţii de cazane de acest tip, propunerile de faţă trebuie completate cu o repartizare raţională a aerului (60% aer primar şi 40% aer secundar) şi cu înzestrarea puţului cu dispozitive de separare [8].

*

Cercetările expuse în articolul de faţă au ridicat aspecte caracteristice ale măcinării lignitilor şi ale funcţionării morilor cu ciocane. Ele constituie, în preocupările Institutului de Energetică, o primă etapă, de studierea arderii lignitilor în stare pulverizată. După realizarea modificărilor propuse mai sus, se va trece la examinarea funcţionării instalaţiilor în noile condiţii create.

În cadrul acestor preocupări, paralel cu cercetările întreprinse în Institutul de Energetică, se studiază pe modele comportarea lignitilor la măcinare. În urma rezultatelor obţinute pe aceste modele şi ţinînd seama de dezvoltarea mondială actuală a instalaţiilor de preparare a prafului de lignit, cercetătorii Institutului de Energetică susţin că instalaţia cea mai indicată pentru măcinarea lignitilor din R.P.R. este moara ventilator. O asemenea instalaţie experimentală va face obiectul unor cercetări viitoare. Realizarea industrială a unei astfel de instalaţii, caracterizată printr-un consum specific de energie redus, va permite o largă utilizare energetică a lignitilor din R.P.R.

Bibliografie

[1] Buimovici D. Studii şi cercetări de energetică nr. 1 — 1957, p. 33.

[2] Buimovici D. şi Cazacu C. Studii şi cercetări de energetică nr. 1, 1957.

[3] Buimovici D., Cazacu C. Pănoiu N., Studii şi cercetări de energetică, nr. 1, 1957.

[4] V. T. I. — T. K. T. I., *Teplovoi rasciot cotelnih agregatov, Gosenergoizdat, Moscova, 1957.*

[5] T. K. T. I., *Normi rascieta i proectirovania pilepriqotovitelnih ustanovoh, Maşghiz, Moscova, 1952.*

[6] Buimovici D., Bicleşanu D., Studii şi cercetări de energetică, nr. 3, 1957.

[7] Barştein I. C., *Teploenerghetica*, nr. 6, 1955.

[8] Lenkewitz B., Mitt. VGB nr. 51, 1957.

621.165 :621.175.003

Funcţionarea economică a condensatoarelor turbinelor cu abur

DAN LEONIDA — Bucureşti*)

Pierderile mari de căldură pe care le provoacă funcţionarea neraţională a condensatoarelor, pot fi evitate dacă se urmăreşte îndeaproape desfăşurarea procesului de condensare, ceea ce se poate realiza cu ajutorul unui număr redus de termometre.

În acest articol, se studiază variaţia temperaturii de buraj în funcţie de temperatura apei de răcire, de debitul de abur care se condensează şi de starea de etanşeitate faţă de aer.

Rezultatele sînt sintetizate în tabelele destinate personalului care deserveşte instalaţia. Se dau indicaţii asupra probelor care trebuie executate pentru controlul funcţionării diferitelor părţi ale instalaţiei.

Creşterea considerabilă a consumului de energie electrică din ultimii ani măreşte din ce în ce mai mult consumul de combustibil ajungînd-se în unele ţări la cantităţi de ordinul milicanelor de tone de cărbuni pe an. Amplificarea instalaţiilor de extragere a combustibilului nu mai poate urma ritmul impus de cererea de energie electrică şi, din aceste motive, Anglia — de exemplu — va fi nevoită să folosească, în anii viitori, pe scară industrială energia nucleară.

În această situaţie se caută a se economisi combustibilii pe toate căile posibile. În instalaţiile noi, se urmăreşte realizarea unui randament cît se poate de bun pentru ridicarea parametrilor termici pînă la limitele permise de rezistenţa materialelor (333 ata, 650°C), prin folosirea dublei supraîncălziri intermediare, prin ridicarea temperaturii apei de alimentare cu ajutorul preîncălzirii regenerative (la 300°C, în circa 9 trepte) etc. În instalaţiile vechi se depun eforturi pentru îmbunătăţirea randamentului, fie prin modernizarea ciclurilor termice, fie prin aducerea instalaţiilor în condiţii de funcţionare cît se poate de apropiate de cele nominale. În timp ce, pentru modernizarea ciclurilor termice, trebuie făcute lucrări noi, deci investiţii, funcţionarea în condiţii nominale depinde în cea mai mare parte de măsurile de exploatare.

La centralele cu abur din ţara noastră, pierderile provocate de către abaterea parametrilor termici de la valorile nominale ajung la 15—20%. Cum posibilităţile de a le reduce stau în mîna personalului din centrale, ele prezintă un deosebit interes.

Această lucrare se ocupă de una dintre pierderile cele mai mari din categoria menţionată, care provine din funcţionarea defectuoasă a condensatoarelor şi care, la unele centrale, ajunge la 6—10%.

Se ştie că ridicarea temperaturii la buraj, respectiv creşterea presiunii în condensator peste valorile nominale, atrage creşterea consumului specific, cu atît mai mult cu cît parametrii aburului la intrarea în turbină sînt mai scăzuţi. Se pot admite următoarele cifre orientative, date în tabela 1, care se referă la turbinele fără prize de abur.

La turbinele cu prize, aceste cifre se referă la cota din puterea totală produsă de aburul care intră în condensator.

În funcţie de vid se admite, în general, o creştere a consumului de abur al turbinei cu 1 — 2% pentru înrăutăţirea vidului cu 1%.

Tabela 1

Presiunea aburului la intrare (ata)	14	20	35	60
Creşterea consumului de căldură (%/°C)	0,45	0,4	0,4	0,35

Temperatura (presiunea) aburului la ieşirea din turbină depinde de temperatura şi de debitul apei de răcire, de starea de etanşeitate, cum şi de starea de curăţenie a suprafeţei de răcire a condensatorului. Pentru a putea face o exploatare economică, este necesar a se cunoaşte precis dependenţa dintre aceşti factori şi temperatura de buraj, cu alte cuvinte ecuaţiile de funcţionare ale condensatoarelor.

În acest scop, reamintim pe scurt formulele teoretice de funcţionare, după care indicăm metodele practice pentru determinarea diferitelor elemente care intervin în calcule. Cele expuse sînt concretizate printr-un exemplu de calcul.

1. Ecuaţiile de funcţionare a condensatoarelor

În exploatare, temperatura la buraj se exprimă, de obicei, în funcţie de temperatura apei de răcire prin ecuaţia :

$$t_a = t_1 + \Delta t + \delta t,$$

în care :

t_a este temperatura aburului evacuat ;
t_1 — temperatura de intrare a apei de răcire ;
t_2 — temperatura de ieşire a apei de răcire ;

*) *Dan Leonida* este inginer principal la Dispecingul naţional din Departamentul Energiei Electrice, M. I. G.

Δt — încălzirea apei de răcire ;
δt — diferența dintre temperatura aburului evacuat și temperatura de ieșire a apei de răcire.

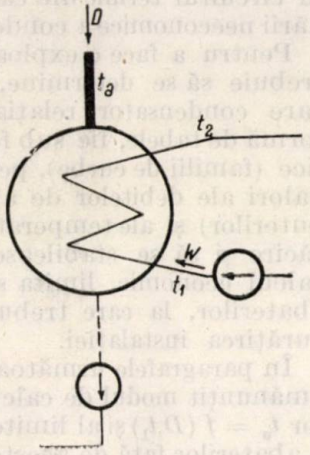


Fig. 1.

Variația temperaturilor de-a lungul suprafeței de răcire a condensatorului se reprezintă grafic în fig. 2.

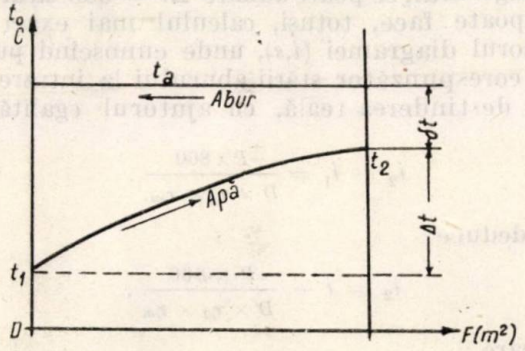


Fig. 2

Notînd cu :

i_2 — entalpia aburului la ieșirea din turbină ;

$i_{apă\ cond} = t_a$ — entalpia apei condensate (egală cu temperatura la buraj) ;

W — debitul apei de răcire ;

D — debitul de abur din condensator, deducem :

$$\Delta t = \frac{i_2 - t_a}{W} D.$$

Diferența $i_2 - t_a = \Delta i$ este practic constantă, deci :

$$\Delta t = \frac{\Delta i \times D}{W}. \qquad (1)$$

Deducem că Δt crește direct proporțional cu debitul de abur în condensator și invers proporțional cu debitul apei de răcire.

Ecuația schimbului de căldură între abur-apa de răcire, prin suprafața condensatorului, este :

$$F \times i \times \Delta t_{med} = \Delta t,$$

în care :

F este suprafața condensatorului (m²) ;

k — coeficientul global de transmitere a căldurii (kcal/m²h°C) ;

$$\Delta t_{med} = \frac{(t_a - t_1) - (t_a - t_2)}{\ln\left(\frac{t_a - t_1}{(t_a + t_2)}\right)} = \frac{\Delta t}{\ln\left(\frac{\Delta t + \delta t}{\delta t}\right)}$$ este

diferența medie de temperatură dintre cele două fluide între care are loc schimbul de căldură.

Înlocuind Δt_{med} în formula de mai sus :

$$F \cdot k \frac{\Delta t}{\ln\left(\frac{\Delta t + \delta t}{\delta t}\right)} = W \cdot \Delta t$$

sau

$$Fk = W \ln\left(\frac{\Delta t + \delta t}{\delta t}\right)$$

$$e^{\frac{Fk}{W}} = \frac{\Delta t + \delta t}{\delta t}$$

$$\delta t = \frac{\Delta t}{e^{\left(\frac{Fk}{W}\right)} - 1} \text{ sau } \delta t = \frac{\Delta i \cdot DW}{W} \cdot \frac{1}{e^{\left(\frac{Fk}{W}\right)} - 1}. \qquad (2)$$

Deoarece Δi și F sînt constante, se observă că $\delta t = f(D, W, k)$.

La un debit constant al apei de răcire admițînd și coeficientul k = const. (în primă aproximație), δt este direct proporțional cu debitul de abur în condensator.

La condensatoarele de construcție modernă, care au $k = 3\,000 - 4\,000$ kcal/m²h°C (deci valori foarte mari), se constată o scădere accentuată a coeficientului k o dată cu creșterea cantității de aer din condensatoare. Întrucît la sarcini mici ale turbinei, cresc infiltrațiile de aer, iar proporția de aer din amestecul abur-aer este mult mai mare decît la sarcini mari, rezultă o scădere însemnată a coeficientului k.

Redăm în diagramele din fig. 3, extrase din [1], variația coeficentului mediu de transmitere a căldurii, în funcție de cantitatea suplimentară de aer G_a, intrată în condensator, pentru diferite valori ale încărcării specifice $d = \frac{D}{F}$ a condensatorului sovietic tip 24-K-2.

Din cauza scăderii coeficientului de transmitere al căldurii la sarcini mici, la condensatoarele menționate, curbele $\Delta t = f(D)$ devin orizontale.

În fig. 4 se redau curbele $\Delta t = f(D, t_1)$ propuse de L. D. Berman, pe baza încercării unui număr mare de condensatoare sovietice.

Menționăm că aceste curbe dau rezultate bune la condensatoarele construite pentru încărcări specifice mari (70-80 kg/m²h). La condensatoarele cu încărcări specifice reduse (40—50 kg abur/m²h), se fac erori mari, deoarece curbele

nu ţin seamă de valoarea nominală a căderii de temperatură δt la încărcarea nominală a condensatorului şi nici de influenţa debitului apei de răcire.

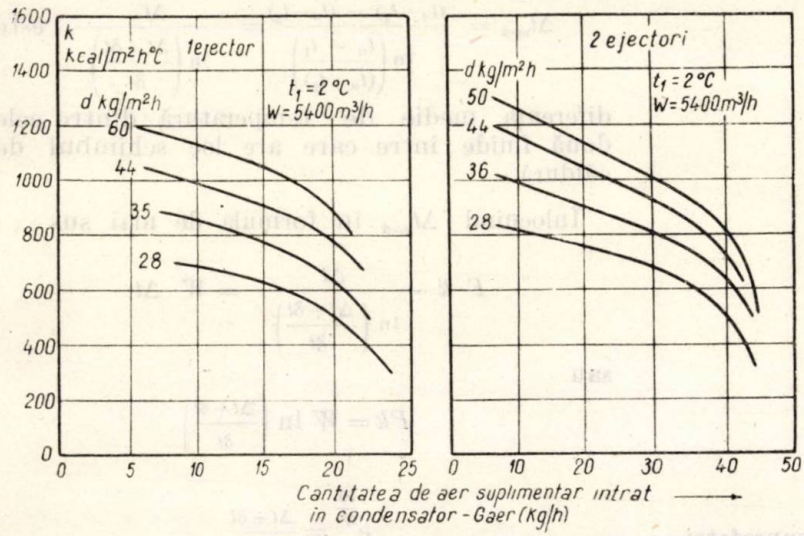


Fig. 3. Cantitatea de aer suplimentar intrat în condensator — Gaer (kg/h).

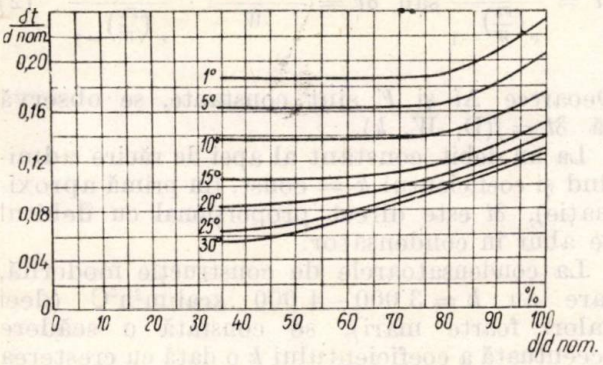


Fig. 4.

2. Stabilirea regimului de funcţionare economică a condensatoarelor

S-a arătat în cele precedente influenţa pe care o are creşterea debitului de abur din condensator asupra diferenţelor de temperatură Δt şi δt la un condensator dat, la care toţi ceilalţi factori care ar putea influenţa aceste diferenţe de temperaturi (ca t_1, W, i) au fost consideraţi constanţi.

În cazul în care suprafaţa ţevilor este curată şi debitul apei de răcire normal, se poate stabili temperatura optimă la buraj în funcţie de debitul de abur D şi de temperatura apei de răcire la intrare t_1 cu ajutorul relaţiei :

$$t_a = t_1 + \Delta t + \delta t = f(D,t) \qquad (3)$$

în care se cunosc :

$\Delta t = f_1(D)$ — ecuaţia (1)

şi

$\delta t = f_2(D)$ — ecuaţia (2)

sau după curbele din fig. 4.

Dacă, la o anumită putere a turbinei şi la o temperatură dată a apei de răcire, temperatura la buraj este mai ridicată decît cea rezultată din ecuaţia(3), înseamnă că au loc pierderi în circuitul termic din cauza funcţionării neeconomice a condensatoarelor.

Pentru a face o exploatare corectă trebuie să se determine, pentru fiecare condensator, relaţia (3), fie sub formă de tabele, fie sub formă de grafice (familii de curbe), pentru diferite valori ale debitelor de abur (sau ale puterilor) şi ale temperaturii apei de răcire şi să se stabilească, printr-un calcul economic, limita superioară a abaterilor, la care trebuie efectuată curăţirea instalaţiei.

În paragrafele următoare, se arată amănunţit modul de calcul al curbelor $t_a = f(D,t_1)$ şi al limitei superioare a abaterilor faţă de aceste curbe.

a) *Determinarea relaţiei* $\Delta t = f(D)$

Variaţia $\Delta t = f(D)$ este determinată de ecuaţia (1) $\Delta t = \frac{\Delta i \cdot D}{W}$, în care trebuie să se cunoască $\Delta i = i_1 - t_a$ şi W.

În general, se poate admite $\Delta i = 535$ kcal/kg. Se poate face, totuşi, calculul mai exact cu ajutorul diagramei (i,s), unde cunoscînd punctul corespunzător stării aburului la intrare, se află destinderea reală, cu ajutorul egalităţii :

$$i_2 - i_1 = \frac{P \times 860}{D \times \eta_g \times \eta_m},$$

Se deduce

$$i_2 = i - \frac{P \times 860}{D \times \eta_g \times \eta_m},$$

în care :

i_1 este entalpia aburului la intrarea în turbină ;

P — puterea turbinei corespunzătoare debitului D ;

η_g — randamentul electromecanic al generatorului, şi

η_m — randamentul mecanic al turbinei.

$P = f(D)$ se află din curba de consum a turbinei ; η_g şi η_m se găsesc, în general, în documentaţia de recepţie a turbinei, în caz contrar putîndu-se folosi valorile indicate în literatura de specialitate.

Debitul apei de răcire W se poate calcula pe baza datelor de funcţionare a turbinei cînd condensatorul este în stare curată. În acest scop, se măsoară la o anumită putere P_0, şi diferenţa de temperatură Δt_0. Din curba de consum $D = f(P)$, se află D_0, apoi :

$$W = \frac{D_0 \cdot \Delta i}{\Delta t_0}.$$

Valoarea obținută pentru W se verifică apoi în același mod pentru mai multe citiri din foile zilnice de exploatare.

Fiind determinate Δi și W, se stabilește corespondența $\Delta t = \frac{\Delta i}{W} D$ sau $\Delta t = f(D)$, pentru diferite debite.

b) *Determinarea relației* $\Delta t = f(D)$

La condensatoarele cu încărcări specifice reduse (40—50 kg/m²h), se poate folosi ecuația (2):

$$\Delta t = \frac{\Delta i \cdot D}{W} \cdot \frac{1}{e^{\left(\frac{kF}{W}\right)} - 1}.$$

La condensatoarele cu încărcări specifice mari (70—80 kg/m²h), formula de mai sus dă erori mari în zona debitelor mici, deoarece coeficientul k nu este constant, ci scade din cauza influenței aerului și este preferabil să se aplice curbele din fig. 4

Se obțin, uneori, rezultate bune aplicînd formula empirică a Prof. Scegliaev:

$$\delta t = \frac{n}{31{,}5 + t_1} (d + 7{,}5),$$

unde $d = D/F$, iar $n = 5—7$ (5 pentru condensatoare care funcționează bine, iar 7 pentru condensatoare mai puțin bune).

c) *Determinarea limitei superioare a abaterilor față de temperaturile optime*

După ce s-au stabilit și verificat, prin datele de exploatare, variațiile $\Delta t = f_1(D)$ și $\delta t = f_2(D)$, se aplică relația (3) $t_a = t_1 + \Delta t + \delta t$, cu ajutorul căreia se calculează t_a pentru diferite temperaturi ale apei la intrare și pentru diferite debite. Rezultatele se trec într-o tabelă (vezi exemplul).

Valorile rezultate din formula (3) sînt cele optime (le notăm cu t_{a_0}), realizabile numai cînd condensatoarele sînt în stare curată. Din cauza depunerilor temperatura reală t_a crește cu timpul peste valoarea optimă, t_{a_0}.

Pentru a fixa limita superioară a abaterii temperaturii de buraj de la valoarea optimă, trebuie făcut un calcul economic care constă în compararea:

— costului operației de curățire și

— a cheltuielilor suplimentare provocate de funcționarea cu o temperatură superioară celei optime.

Notăm cu C_r — costul operației de curățire, care include manopera, materialele de revizie, consumul de combustibil suplimentar datorit pornirii turbinei și funcționării uzinei cu sarcină redusă în timpul spălării (deci cu consum specific mărit) și cheltuielile pe care le-ar necesita pornirea eventuală a unui alt grup în aceeași centrală sau în altă centrală interconectată și cu C_p — cheltuielile suplimentare datorite creșterii consumului specific în urma creșterii temperaturii la buraj între două curățiri consecutive.

Efectuarea curățirii devine economică din momentul în care $C_p \geqslant C_r$.

Murdărirea condensatorului are loc în mod treptat în timp. Dacă notăm cu:

- α — viteza de creștere a temperaturii de buraj, în °C/h;
- β — creșterea consumului specific al ciclului termic din cauza creșterii temperaturii de buraj (%/°C);
- c — prețul de cost al unui kWh, în lei/kWh;
- P_m — puterea medie a turbinei, în kW;
- τ — timpul dintre două curățiri succesive, în ore.

În ipoteza menținerii unei temperaturi constante la intrare, se poate scrie:

$$\alpha = \frac{dt_a}{d\tau}, \text{ sau } d\tau = \frac{dt}{\alpha}.$$

Admitem că $\alpha = \text{cost}$.

Creșterea consumului specific, datorită creșterii temperaturii de buraj, de la valoarea optimă t_{a0} la t_a (la aceeași putere P_m) este:

$$\beta (t_a - t_{a_0}).$$

Dacă turbina funcționează la puterea P_m, creșterea consumului de căldură va fi:

$$P_m \cdot \beta (t_a - t_{a_0})$$

unde $t_a = f(\tau)$.

În acest caz, creșterea prețului de cost, în intervalul de timp $d\tau$, este:

$$dC_p = cP_m \beta (t_a - t_{a_0}) \, d\tau.$$

Înlocuind $d\tau = \frac{dt_a}{\alpha}$:

$$dC_p = cP_m \beta (t_a - t_{a_0}) \frac{dt_a}{\alpha}.$$

Integrăm:

$$C_p = \frac{\beta c}{\alpha} P_m \int_{t_{a0}}^{t_a} (t_a - t_{a_0}) \, dt_a;$$

$$C_p = \frac{\beta \cdot c \cdot P_m}{2\alpha} (t_a - t_{a_0})^2$$

adică:

$$C_p = f(t_a - t_{a_0}),$$

unde $t_a - t_{a0}$ este depășirea temperaturii optime de buraj corespunzătoare puterii P_m, la o aceeași temperatură a apei de răcire t_1.

Avînd în vedere că :

$$C_p = C_r \text{ sau } \frac{\beta \cdot c \cdot P_m}{2\alpha}(t_a - t_{a_0})^2 = C_r ,$$

deducem :

$$t_a - t_{a_0} = \sqrt{\frac{2\alpha C_r}{\beta \cdot c \cdot P_m}} . \qquad (4)$$

Deci, pentru a funcționa economic, va trebui să se execute curățirea în momentul în care depășirea temperaturii de buraj optime atinge valoarea rezultată din ecuația (4).

Dacă curățirea se face înainte ca $t_a - t_{a_0}$ să atingă valoarea rezultată din formula (4), costul reviziei este mai mare decît economiile realizate prin spălare, deci operația nu este rentabilă. Dacă $t_a - t_{a_0}$ este mai mare, cheltuielile din cauza funcționării neeconomice sînt mai mari decît costul reviziei și, deci, spălarea devine obligatorie.

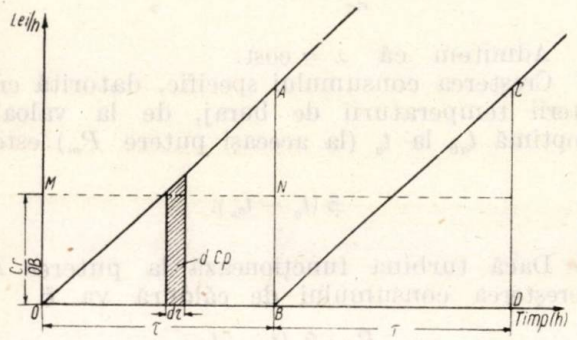


Fig. 5

Cele expuse mai sus se pot reprezenta și grafic (fig. 5), în care C_p este suprafața OAB; C_r — suprafața $OMNB$.

3. Exemplu de calcul

Spălarea devine rentabilă atunci cînd

$$S(OAB) = S(OMNB).$$

Calculul curbelor $t_a = f(D,t_1)$ se poate face fără dificultate pentru orice condensator, deoarece necesită un număr mic de măsurători, care se pot face cu cîteva termometre precise și cu un dispozitiv pentru determinarea debitului de abur în condensator (fie un debitmetru sau contor de apă condensată, fie un debitmetru de abur la intrarea în turbină). În cazul în care turbina nu are prize de abur, se poate lua ca referință, în locul debitului de abur, chiar puterea turbinei. Menționăm că erori de măsură de 3—4% efectuate asupra debitelor nu influențează prea mult rezultatele.

În acest exemplu, se calculează curbele unui condensator nou, pe baza datelor obținute la probele de recepție și se compară rezultatele cu temperaturile realizate.

Datele măsurate sînt cele din tabela 2.

Tabela 2

P MW	4,022	8,14	12,98	16,07	20,2
D_{cond} t/h	21,66	38,3	53,7	72,5	91,4
t_1	24,5	23,33	25,16	25,66	25,94
t_2	25,77	28	31,75	34,45	36,48
t_a	27,98	31,74	36,52	41	44,5
Δt	3,07	4,67	6,59	8,78	10,54
δt	2,21	3,74	4,77	6,55	8,02

a) Calculul curbei $\Delta t = f(D)$

$$\Delta t = \frac{\Delta i}{W} D.$$

Calculăm $\Delta i = i_2 - t_a$.

După citiri la :

$$P_{nom} = 16 \text{ MW} = \text{P}$$
$$D_0 = 72{,}5 \text{ t/h}$$
$$t_a = 41°\text{C}$$
$$\Delta t_0 = 8{,}78°\text{C}$$

Parametrii turbinei la intrare sînt :

$$t_1 = 380°\text{C}$$
$$p_1 = 20 \text{ ata}$$
$$i_1 = 775 \text{ kcal/kg}$$

Admitem $\eta_g = 96\%$ și $\eta_m = 99\%$

$$i_2 = i_1 - \frac{P \cdot 860}{D \cdot \eta_g \cdot \eta_m} = 775 - \frac{16 \cdot 860}{72{,}5 \cdot 0{,}96 \cdot 0{,}9} =$$

$$= 775 - 200 = 575 \text{ kcal/kg.}$$

$$\Delta i = i_2 - t_a = 575 - 41 = 534 \text{ kcal/kg.}$$

Calculăm :

$$W = \frac{D_0 \cdot \Delta i}{\Delta t_0} = \frac{72{,}5 \cdot 534}{8{,}78} = 4\,400 \text{ t/h.}$$

Înlocuind în ecuația (1) :

$$\Delta t = \frac{534}{4\,400} D = 0{,}121\, D.$$

Comparăm datele deduse din această ecuație cu cele măsurate în tabela 3.

Tabela 3

D t/h	21,66	38,3	53,7	72,5	91,4
$\Delta t_{calculat}$ °C	2,5	4,4	6,1	8,2	10,4
$\Delta t_{măsurat}$ °C	3,07	4,67	6,59	8,78	10,54

Se obțin valori foarte apropiate de cele reale, eroarea fiind mai mică decît erorile de citiri ce se comit în exploatare.

b) Calculul curbei $\delta t = f(D)$

Vom face calculele după cele trei procedee expuse mai înainte, pentru a le compara între ele.

Încărcarea specifică a condensatorului la sarcina nominală

$$d = \frac{D}{F} = \frac{72,5}{2\,060} = 35,4 \text{ kg/m}^2\text{h}$$

Suprafața condensatorului $F = 2\,060$ m².

I. Aplicăm ecuația (2) întrucît $d \ll 70$ kg/m²h

$$\delta t = \frac{\Delta i \cdot D}{W} \frac{1}{e^{\left(\frac{kF}{W}\right)} - 1}.$$

Calculăm $k = \frac{D \cdot \Delta i}{F \cdot \Delta t_{med}}$

$$\Delta t_{med} = \frac{\Delta t}{\ln\left(\frac{\Delta t + \delta t}{\delta t}\right)} = \frac{8,2}{\ln \frac{8,2 + 6,55}{6,55}} = \frac{8,2}{\ln \frac{14,75}{6,55}} =$$

$$= \frac{8,2}{\ln 2,25} = \frac{8,2}{2,303 \cdot \log 2,25} = \frac{8,2}{2,303 \cdot 0,352} = 10,10°\text{C}$$

$$k = \frac{72,5 \times 531}{2\,060 \cdot 10,1} = 1\,860 \text{ kcal/m}^2\text{h°C}.$$

$$\frac{kF}{W} = \frac{1\,860 \cdot 2\,060}{4\,400\,000} = 0,87$$

$$e^{\left(\frac{kE}{W}\right)} = e^{0,87} = 2,35$$

$$\Delta t = \frac{534}{4\,400} \frac{1}{2,35 - 1} D = 0,09\ D.$$

Comparăm datele calculate cu cele reale în tabela 4. Se obțin rezultate foarte apropiate de cele reale.

Tabela 4

D t/h	21,66	38,3	53,7	72,5	91,4
$\delta t_{calculat}$ °C	1,96	3,45	4,8	6,53	8,2
$\delta t_{măsurat}$ °C	2,21	3,74	4,77	6,55	8,02

II. Aplicăm curbele lui L. D. Berman (fig. 4) în tabela 5

Tabela 5

D t/h	21,66	38,2	53,7	72,5	91,4
$\frac{D}{D_{nom}}$ 100%	24,6	43,6	61	82,4	104
t_1	25	23	25	26	27
$\frac{\delta t}{D_{nom}}$	0,065	0,072	0,08	0,103	0,130
δt °C	2,76	3,06	3,41	4,4	5,52

După datele garantate ale condensatorului $D_{nom} = 88$ t/h și, deci

$$d_{nom} = \frac{D_{nom}}{F} = \frac{88\,000}{2\,060} = 42,6 \text{ kg/m}^2\text{h}.$$

Comparăm aceste rezultate cu datele reale în tabela 6.

Tabela 6

D t/h	21,66	38,3	53,7	72,5	91,4
$\delta t_{calculat}$ °C	2,76	3,06	3,41	4,4	5,52
$\delta t_{măsurat}$ °C	2,21	3,74	4,77	6,55	8,02

După cum era de așteptat, din cauza încărcării specifice d mici, se obțin valori foarte diferite de cele reale (erori de 45%).

III. Aplicăm formula lui Sceglaiev

$$\delta t = \frac{n}{31,5 + t_1}(d + 7,5).$$

La puterea nominală de 16 MW, s-a măsurat :

$$d = 35,4 \text{ kg/m}^2\text{h};$$

$$t_1 = 26°\text{C};$$

$$\delta t = 6,55°\text{C}.$$

Aplicăm :

$$n = \delta t \frac{31,5 + t_1}{d + 7,5} = 6,55 \frac{31,5 + 26}{35,4 + 7,5} = 6,55 \frac{57,5}{42,9} = 8,8.$$

Valoarea mare a lui n se datorește încărcării specifice mici ($d \ll 70 - 80$ kg/m²h) (tabela 7).

Tabela 7

D t/h	21,66	38,3	53,7	72,5	91,4
d kg/m²h	10,5	18,6	26	35,4	44,5
$7,5 + d$	18	26,1	33,5	42,9	52,0
t_1	25	23	25	26	27
$31,5 + t_1$	56,5	54,5	56,5	57,5	58,5
δt	2,8	4,2	5,2	6,55	7,8

Comparăm aceste date cu cele reale în tabela 8. Erorile sînt de circa 0,5°C, deci acceptabile.

Tabela 8

D t/h	21,66	38,3	53,7	72,5	91,4
$\delta t_{calculat}$ °C	2,8	4,2	5,2	6,55	7,8
$\delta t_{măsurat}$ °C	2,21	3,74	4,77	6,55	8,02

c) Determinarea curbelor $t_a = f(D, t_1)$

S-au calculat în paragrafele precedente $\Delta t = f(D)$ și $\delta t = (D)$. Relația $\delta t = f(D)$

a fost calculată după trei metode, dintre care adoptăm prima, pentru că dă valorile cele mai apropiate de realitate.

Vom determina temperaturile optime de buraj pentru diferite debite de abur în condensator şi pentru diferite temperaturi ale apei de răcire la intrare. În exemplul de faţă, am calculat un număr mai mic de puncte decît sînt necesare în exploatare (tabela 9).

Costul reviziei C_r :

Manoperă 5 ore × 1 om × 3,59 lei/oră = 17,9 lei
Manoperă 5 ore × 2 oameni × 2,87 lei/oră = 28,8 lei
Manoperă 5 ore × 2 oameni × 1,96 lei/oră = 19,7 lei
Total 66,4 lei

Din cauza reviziei, consumul specific al uzinei creşte în această zi cu circa 3% (după datele statistice).

Tabela 9

D t/h	Temperatura optimă la buraj t_{a_0} pentru temperatura de intrare a apei de răcire t_0								
	23	24	25	26	27	28	29	30	31
22	27,6	28,6	29,6	30,6	31,6	32,6	33,6	34,6	35,6
30	29,3	30,3	31,3	32,3	33,3	34,3	35,3	36,3	37,3
40	31,4	32,4	33,4	34,4	35,4	36,4	37,4	38,4	39,4
50	33,5	34,5	35,5	36,5	37,5	38,5	39,5	40,5	41,5
60	35,6	36,6	37,6	38,6	39,6	40,6	41,6	42,6	43,6
70	37,8	38,8	39,8	40.8	41,8	42,8	43,8	44,8	45,8
80	39,9	40,9	41,9	42,9	43,9	44,9	45,9	46,9	47,9
90	42	43	44	45	46	47	48	49	50

Se aplică formula :

$$t_a = t_1 + \Delta t + \delta t = t_1 + 0{,}121\ D + 0{,}09D =$$
$$= t_1 + 0{,}211\ D.$$

Pentru a stabili depăşirile temperaturii optime de buraj, la care trebuie efectuate spălările, se aplică formula (4).

Presupunem cunoscute următoarele date :

$\alpha = 2°C/zi = \frac{2}{24} = 0{,}0835°C/h$ în perioada considerată ;

$\beta = \frac{0{,}40\%}{°C} = 0{,}004\ °C^{-1}$ corespunzător presiunii de 20 ata după tabela 1 ;

$C = 0{,}15$ lei/kWh livrată ;

$P_m = 15\,000$ kW în perioada considerată.

Producţia uzinei în această zi este $E = 1\,200\,000$ kWh, deci preţul de cost va creşte cu $\frac{3}{100} \times E \times C = 0{,}03 \times 1\,200\,000 \times 0{,}15 = 5\,400$ lei.

Adăugăm manopera şi rotunjim :

$$C_r = 5\,500 \text{ lei.}$$

Aplicăm formula (4) :

$$t_a - t_{a_0} = \sqrt{\frac{2 \times 0{,}0835 \times 5\,500}{0{,}004 \times 0{,}15 \times 15\,000}} = \sqrt{102} = 10°C.$$

Această valoare corespunde temperaturii de buraj la 15 MW, deci unui debit de circa 68 t/h. Pentru alte debite D, se înmulţeşte cu raportul $\frac{D}{68}$. Adunînd diferenţa $t_a - t_{a_0}$ la valorile optime se obţine ultima tabelă (tabela 10).

Tabela 10

D	t/h	22	30	40	50	60	70	80	90
t_1 °C		Temperatura la buraj t_a							
23	optim	27,6	29,3	31,4	33,5	35,6	37,8	39,9	42
	maxim	30,8	33,7	37,3	40,9	44,4	48,1	51,7	55,2
24	optim	28,6	30,3	32,4	34,5	36,6	38,8	40,9	43
	maxim	31,8	34,7	38,3	41,9	45,4	49,1	52,7	56,2
25	optim	29,6	31,3	33,4	35,5	37,6	39,8	41,9	44
	maxim	32,8	35,7	39,3	42,9	46,4	50,1	53,7	57,2
26	optim	30,6	32,3	34,4	36,5	38,6	40,8	42,9	45
	maxim	33,8	36,7	40,3	43,9	47,4	51,1	54,7	58,2
27	optim	31,6	33,3	35,4	37,5	39,6	41,8	43,9	46
	maxim	34,8	37,7	41,3	44,9	48,4	52,1	55,7	59,2
28	optim	32,6	34,3	36,4	38,5	40,6	42,8	44,9	47
	maxim	35,8	38,7	42,3	45,9	49,4	53,1	56,7	60,2
29	optim	33,6	35,3	37,4	39,5	41,6	43,8	45,9	48
	maxim	36,8	39,7	43,3	46,9	50,4	54,1	57,7	61,2
30	optim	34,6	36,3	38,4	40,5	42,6	44,8	46,9	49
	maxim	37,8	40,7	44,3	47,9	51,4	55,1	58,7	62,2
31	optim	35,6	37,3	39,4	41,5	43,6	45,8	47,9	50
	maxim	38,8	41,7	45,3	48,9	52,4	56,1	59,7	63,2

Valoarea mare pentru $t_a - t_{a_0} = 10°C$ a rezultat din cauza adoptării unei viteze mari a înrăutățirii burajului ($\alpha = 2°C/zi$) ceea ce se întîmplă în general în perioadele ploioase.

Pentru 0,5°C/zi și $P_m = 15$ MW ar fi rezultat

$$t_a - t_{a_0} = \sqrt{\frac{\alpha'}{\alpha}}(t_a - t_{a_0}) = \sqrt{\frac{0{,}5}{2}}\ (10) = 5°C.$$

4. Probe și măsurători pentru determinarea stării condensatorului și încercarea ejectoarelor

Exploatarea economică a condensatoarelor nu poate fi asigurată decît dacă se urmărește îndeaproape temperatura la buraj. În acest scop, trebuie să se pună la îndemîna personalului de exploatare al turbinelor, pentru fiecare mașină, cîte o tabelă după modelul arătat mai sus, pentru a-i permite să recunoască în orice moment prezența unei abateri de la valoarea optimă și să semnalizeze atingerea limitei maxime. Măsurile ce trebuie luate pentru a reveni la situația optimă depind de natura cauzei care a determinat abaterea și care poate fi:

— scăderea debitului apei de răcire (înfundarea condensatorului, defectarea sifonului, înfundarea sau uzarea rotorului pompei de răcire etc.);

— murdărirea suprafeței de răcire;

— înrăutățirea etanșeității față de aer a condensatorului.

— funcționarea defectuoasă a ejectoarelor.

Cauza abaterii se identifică prin interpretarea anomaliilor apărute în legătură cu regimul de temperaturi (creșterea diferențelor de temperatură Δt sau δt), în legătură cu presiunea pompei de răcire, cum și prin efectuarea unor probe și măsurători suplimentare.

În prezent, aceste probe nu se fac în general în uzinele noastre, deși sînt ușor de realizat și necesită aparate simple care se confecționează fără nici o dificultate la orice centrală. Aceste probe sînt:

a) *Determinarea căderii de presiune în condensator*, pentru a observa variația rezistenței hidraulice. Se montează un manometru diferențial cu coloană de mercur între punctele de intrare și de ieșire ale apei de răcire. Manometrul se realizează dintr-un tub de sticlă în formă de U.

b) *Verificarea etanșeității față de aer.* Se opresc ejectoarele (sau ventilul de pe conducta de aer dintre condensator și ejector) și se măsoară viteza de scădere a vidului în condensator, cu ajutorul unui vacuummetru cu mercur și al unui cronometru. Proba se face la o încărcare a turbinei cuprinsă între 80 și 100% din sarcina nominală și durează 5—7 minute. Înregistrările se fac din jumătate în jumătate de minut. Vidul în condensator nu are voie să scadă sub 500 mm col. Hg. Etanșeitatea se consideră perfectă pentru scăderea vidului cu 2—3 mm/min și bună pentru 3—5 mm/min.

În paragraful 1 (fig. 3) s-a arătat ce influență au infiltrațiile de aer asupra coeficientului de transmitere a căldurii. Pentru a ilustra mai bine legătura ce există între rezultatele probelor de etanșeitate, cantitatea de aer aspirată în condensator și temperatura la buraj, se dau în cele ce urmează datele măsurate la trei turbine de condensație identice de cîte

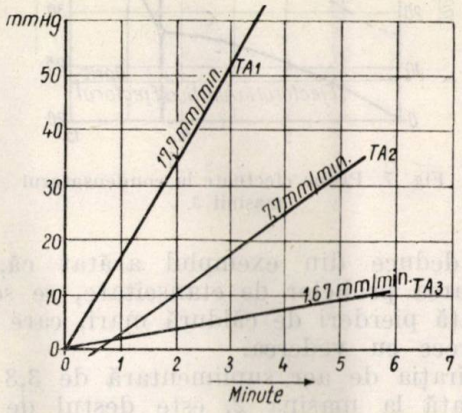


Fig. 6. Probele de etanșeitate ale mașinilor *1,2* și *3*.

6 MW, 19 ata, 350°C și temperatura nominală a apei de răcire 15°C.

La probele de etanșeitate, s-au obținut (fig. 6):

mașina *1*: viteza de scădere a vidului 17,7 mm/min;
mașina *2*: viteza de scădere a vidului 7,7 mm/min;
mașina *3*: viteza de scădere a vidului 1,67 mm/min.

Încărcările mașinilor au fost de circa 2 MW (deci mai mici decît se prescrie în literatura de specialitate).

Etanșeitatea mașinii *3* poate fi considerată perfectă, a mașinii *2* — nesatisfăcătoare, iar a mașinii *1* — foarte proastă. La încercările făcute pentru localizarea infiltrațiilor de aer cu ajutorul unei flăcări de lumînare sau al unui fir de păr, apropiate de locurile suspectate, nu s-a obținut nici un rezultat concludent.

Pentru a se stabili, totuși, un criteriu de comparație între infiltrările de aer ale mașinilor *1,2* și *3*, s-a lăsat să intre aer în mașina *3* printr-o diafragmă calibrată cu diametrul de 3,02 mm.

După 11 minute, presiunea din condensator a crescut cu 16 mm col. Hg, iar temperatura la buraj cu 8,5°C. În acel moment, s-a oprit ejectorul (făcîndu-se proba de etanșeitate). Viteza de scădere a vidului a fost de 8 mm/min. Cantitatea de aer aspirată era de circa 3,3 kg/h.

În concluzie, luînd turbina *3* ca element de comparație, aspirațiile suplimentare de aer ale turbinei *2* sînt echivalente cu cele ce ar intra printr-un orificiu de 3 mm, iar cele ale

turbinei *1* sînt mult mai mari. Consumul specific al turbinei *2* este înrăutățit din această cauză cu 8,5°C × 0,4 %/°C = 3,4 % (cel al turbinei *1* este înrăutățit și mai mult).

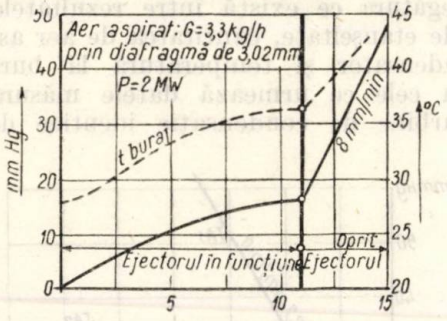


Fig. 7. Probe efectuate la condensatorul mașinii *3*.

Se deduce din exemplul arătat că, prin efectuarea probelor de etanșeitate, se scot în evidență pierderi de căldură mari, care nu se pot trece cu vederea.

Aspirația de aer suplimentară de 3,3 kg/h, măsurată la mașina *2*, este destul de mare ca să se poată detecta pînă la urmă, evident cu multă perseverență.

În ultimul timp, s-a experimentat în R.F.G. o nouă metodă de localizare a neetanșeităților, cu ajutorul unui detector de halogeni*). Se folosește proprietatea pe care o are o placă de platină de a crește brusc emisia de ioni pozitivi în prezența halogenilor. Cu un ajutaj se suflă un jet dintr-un gaz constituit din halogeni (Freon 12 = CF_2 Cl_2) peste locurile care ar putea fi neetanșe.

In conducta de aer care leagă ejectorul cu condensatorul se introduce electrodul de platină. Cînd jetul de Freon trece peste o neetanșeitate, acul indicator al aparatului semnalizează cu o inerție de circa 1—2 s prezența halogenilor.

Indicația se anulează după vreo 3 s de la îndepărtarea jetului.

La condensatoarele obișnuite, măsurătorile durează 2—3 ore, iar la cele mari chiar 1—2 zile.

c) *Determinarea caracteristicii de funcționare a ejectoarelor* [$P_{atmosferică} - P_{condensator} = f\,(G_{aer})$ sau $P_{cond} = f\,(G_{aer})$]. Se desface legătura dintre ejector și condensator și se aplică pe rînd pe racordul de admisie al aerului cîte o diafragmă calibrată (fig. 8), prin care aerul din exterior este aspirat de ejector. Cu un manomentru diferențial se măsoară depresiunea din spatele diafragmei. Se măsoară, de asemenea, presiunea atmosferică cu un barometru.

Între diafragmă și flanșa racordului se pune o garnitură de cauciuc. Din cauza depresiunii, diafragma este puternic presată de racord și nu mai este nevoie de nici un fel de fixare (șuruburi etc.).

Cantitatea de aer care trece prin ajutaj se calculează cu formula :

$$G = 3\,600\,\frac{\mu\, d^2\, p}{\sqrt{10{,}288\,T}}\ \text{kg/h},$$

în care :

μ este coeficientul de scurgere (fig. 8,*a*) [= 0,61 pentru diafragme = 0,96—0,98 pentru ajutaje (fig. 8, *b*)];

p — presiunea aerului înaintea diafragmei; $p = \frac{B}{735{,}5}$ at (B = presiunea barometrică, în torri);

T — temperatura absolută a aerului înaintea diafragmei;

d — diametrul diafragmei, în mm.

Se construiește o serie de circa 10 diafragme (ușor de confecționat la atelierul mecanic al oricărei centrale electrice) cu găuri de la 1

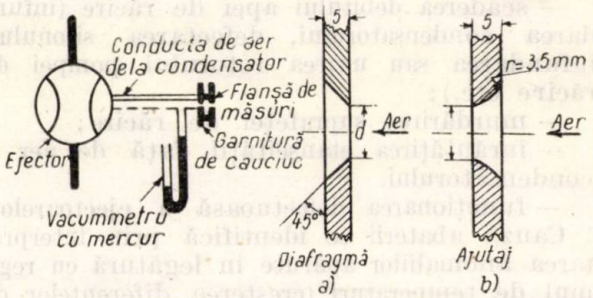


Fig. 8. Dispozitiv pentru măsurarea debitelor ejectoarelor.

la 10 mm. Cu ajutorul acestor flanșe, cu manometrul diferențial și cu un barometru, se ridică periodic (la fiecare reparație) caracteris-

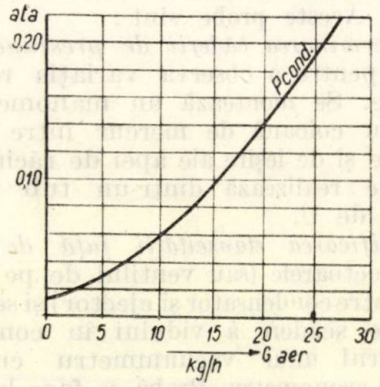


Fig. 9. Caracteristica ejectorului mașinii *3*.

tica ejectorului, constatîndu-se evoluția înrăutățirii sau efectul reparațiilor.

În fig. 9 este reprezentată caracteristica ejectorului mașinii *3* din paragraful precedent.

*) Sack W.: *Lecksuche an Kondensatoren von Dampfturbinen im Betrieb*, Energie 9 (1957) 8 (august), 305—306.

Trebuie menționat că la ejectoarele cu abur, pentru condensarea aburului se poate aduce orice fel de apă în timpul probei. De asemenea, nu este nevoie să se evacueze condensatul din răcitor în timpul probei (maximum 10—15 min), deoarece răcitorul nu se umple prea tare. Înlăturarea condensatului se face între probe.

Bibliografie

[1] Bliudov V. P.: *Instalațiile de condesare ale turbinelor cu abur*, Ed. Energetică de Stat, București, 1954.

[2] Bunchin, V. I.: *Exploatarea instalațiilor de turbine cu abur*. Ed. Energetică de Stat, București, 1953.

[3] Comarov A. M. și Lucnițki V.: *Îndreptar pentru termotehnicieni*, Ed Energetică de Stat, București 1953.

[4] Svercicov A. N.: *Repararea și punerea la punct a turbinelor cu abur*. Ed. Energetică de Stat, București, 1953.

[5] Bannic și Sluceaev: *Montarea turbinelor cu abur*, Ed. Energetică de Stat, București, 1953.

621.3.014.7 :621.316.1.001.5

Determinări experimentale ale curentului de punere la pământ într-o rețea electrică de 35 kV și compararea rezultatelor experimentale cu rezultatele calculului

DINU MARTAC și *ANA BENSIMON* — București*)

Articolul relatează rezultatele unor determinări experimentale făcute asupra curentului de punere la pământ într-o rețea aeriană de 35 kV cu neutrul compensat prin bobină de stingere. Rezultatele măsurărilor, obținute prin două metode diferite și în condiții de umiditate 0% și 100%, sînt comparate cu valorile obținute prin calcul.

Se compară cele două metode experimentale și se fac recomandări pentru aplicarea lor.

Într-un anumit stadiu de dezvoltare a unei rețele electrice funcționînd cu neutrul izolat, apare necesară tratarea neutrului în vederea reducerii curentului de defect care are loc în cazul punerii la pământ a unei faze.

Pentru o tratare corectă a neutrului unei rețele este necesară cunoașterea exactă a acestui curent de punere la pământ.

Lucrarea de față își propune următoarele, în legătură cu determinarea curentului de punere la pământ într-o rețea cu neutrul izolat:

— determinarea prin calcul a curentului de punere la pământ într-o rețea dată;

— determinarea experimentală a curentului de punere la pământ în aceeași rețea prin două metode diferite;

— comparația celor două metode experimentale;

— comparația rezultatelor experimentale cu rezultatele calculului;

— stabilirea experimentală a dependenței capacității și a rezistenței de izolație a rețelei, de umiditatea atmosferică;

— comparația între determinarea prin calcul și experimentală a tensiunii de disimetrie homopolară.

1. Rețeaua studiată

Schema electrică de principiu a rețelei de 35 kV studiată este arătată în fig. 1. Rețeaua este alcătuită din linii electrice aeriene de 35 kV,

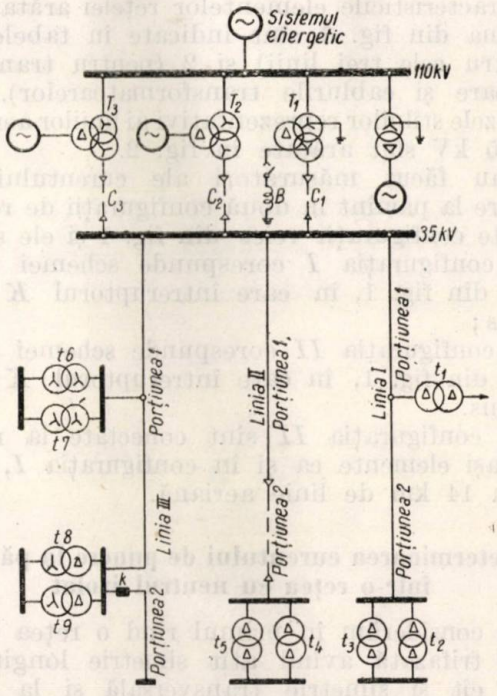


Fig. 1. Schemă electrică de principiu a rețelei electrice de 35 kV, al cărei curent de punere la pământ s-a determinat atît prin calcul cît și experimental.

*) *Dinu Martac* este ing. șef de proiect la Institutul de Studii și Proiectări Energetice.

Ana Bensimon este ing. la Institutul de Documentare Tehnică.

în lungime totală de 64,1 km şi din cabluri subterane de 35 kV în lungime de 0,859 km. Liniile electrice aeriene nu au transpuneri. La această reţea sînt conectate un număr de 12 transformatoare cu puteri aparente variind între 1 şi 25 MVA şi totalizînd o putere aparentă de 101,2 MVA.

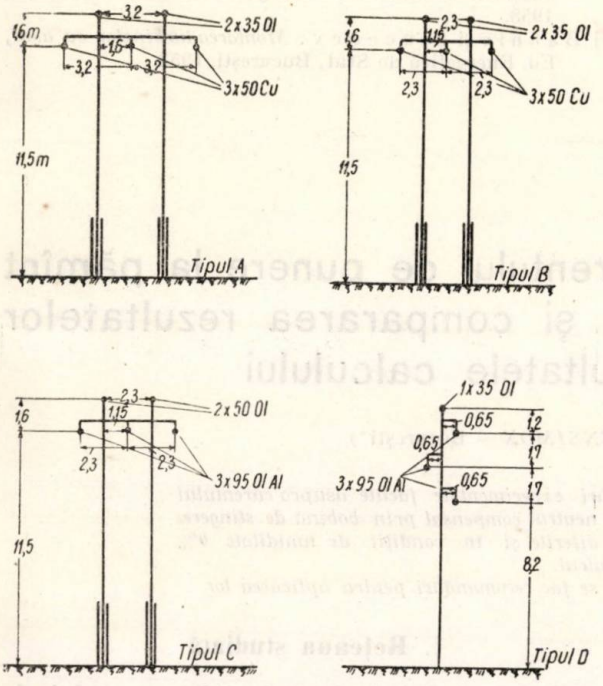


Fig. 2 Pozele stîlpilor reprezentativi ai liniilor aeriene de 35 kV.

Caracteristicile elementelor reţelei arătate în schema din fig. 1 sînt indicate în tabelele 1 (pentru cele trei linii) şi 2 (pentru transformatoare şi cablurile transformatoarelor).

Pozele stîlpilor reprezentativi ai liniilor aeriene de 35 kV sînt arătate în fig. 2.

S-au făcut măsurători ale curentului de punere la pămînt în două configuraţii de reţea. Aceste configuraţii reies din fig. 1 şi ele sînt :

— configuraţia *I* corespunde schemei electrice din fig. 1, în care întreruptorul *K* este închis ;

— configuraţia *II* corespunde schemei electrice din fig. 1, în care întreruptorul *K* este deschis.

În configuraţia *II* sînt conectate la reţea aceleaşi elemente ca şi în configuraţia *I*, mai puţin 14 km de linie aeriană.

2. Determinarea curentului de punere la pămînt într-o reţea cu neutrul izolat

Să considerăm în primul rînd o reţea electrică trifazată avînd atît simetrie longitudinală cît şi simetrie transversală şi la care neutrul este izolat.

Să considerăm o secţiune *A* prin această reţea reprezentată în fig. 3.

Dacă una din faze, spre exemplu faza *1*, intră în atingere accidentală cu pămîntul (fig. 4) în punctul *A*, atunci curentul care circulă de la faza defectă la pămînt este dat de relaţia :

$$\overline{I}_p = \frac{3\,\overline{E}}{\overline{Z}_d + \overline{Z}_i + \overline{Z}_h}. \qquad (2.1)$$

În formula (3.1) s-a notat :

$\overline{E}$ este tensiunea în secţiunea *A*, între faza *1* şi pămînt, înainte de contactul între această fază şi pămînt ;

$\overline{Z}_d$ — impedanţa de secvenţă directă a reţelei văzută din secţiunea *A* ;

$\overline{Z}_i$ — impedanţa de secvenţă inversă a reţelei văzută din secţiunea *A* ;

$\overline{Z}_h$ — impedanţa de secvenţă homopolară a reţelei văzută din secţiunea *A*.

Impedanţa de secvenţă homopolară a unei reţele cu neutrul izolat are o valoare considerabil mai mare decît valorile impedanţelor

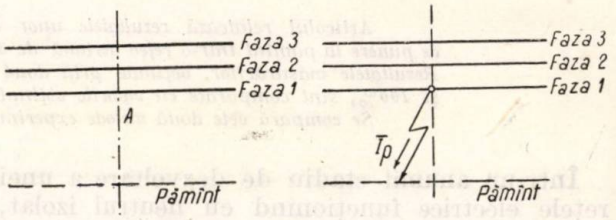


Fig. 3.

Fig. 4.

directe şi inverse ale aceloraşi reţele ; de aceea formula (2.1) se poate scrie :

$$\overline{I}_p \cong \frac{3\,\overline{E}}{\overline{Z}_h} = 3\,\overline{E}\,\overline{Y}_h \qquad (2.2)$$

Determinarea experimentală sau prin calcul a curentului de punere la pămînt I_p se reduce deci — conform relaţiei (2.2) *— la determinarea admitanţei homopolare Y_h a reţelei.*

Pentru calcul, admitanţa homopolară se poate considera ca rezultînd din două scheme şi anume :

a) din înserierea unor rezistenţe R_{hs} cu o capacitate C_{hs} (fig. 5, *a*) în care caz sînt valabile relaţiile :

$$\overline{Z}_h = R_{hs} - \mathrm{j}\frac{1}{C_{hs}\,\omega} \qquad (2.3)$$

$$Y_h = \frac{1}{\overline{Z}_h} = \frac{\mathrm{j}C_{hs}\,\omega}{1+\mathrm{j}\,R_{hs}\,C_{hs}\,\omega}. \qquad (2.4)$$

b) din legarea în paralel a unei rezistenţe R_{hp} cu o capacitate C_{hp}

(fig. 5, *b*), în care caz sînt valabile relațiile :

$$\overline{Z}_h = \frac{-\mathrm{j}\,R_{hp}\dfrac{1}{C_{hp}\omega}}{R_{hp}-\mathrm{j}\dfrac{1}{C_{hp}\omega}} = \frac{R_{hp}}{1+\mathrm{j}R_{hp}C_{hp}\omega}. \qquad (2.5)$$

$$\overline{Y}_h = \frac{1}{R_{hp}} + \mathrm{j}C_{hp}\omega \qquad (2.6)$$

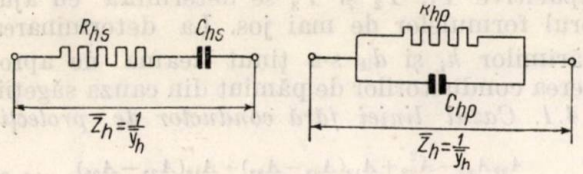


Fig. 5.

. Din egalarea membrilor doi ai relațiilor (2.3) și (2.5) sau ai relațiilor (2. 4) și (2.6) se obține :

$$R_{hp} = R_{hs} + \frac{1}{R_{hs}C_{hs}^2\omega^2} \qquad (2.7)$$

$$\frac{1}{C_{hp}\omega} = \frac{1}{C_{hs}\omega} + R_{hs}^2 C_{hs}\omega \qquad (2.8)$$

folosind ecuația (2.6), ecuația (2.2) se scrie :

$$\overline{I}_p = 3\,\overline{E}\left(\frac{1}{R_{hp}} + \mathrm{j}C_{hp}\,\omega\right), \qquad (2.9)$$

deoarece în general în rețelele electrice avem :

$$\frac{1}{R_{hp}} \ll C_{hp}\omega \qquad (2.10)$$

se poate scrie aproximativ :

$$\overline{I}_p = 3\,\mathrm{j}\overline{E}\,C_{hp}\omega. \qquad (2.11)$$

Ca o precizare la cele spuse mai sus, în conformitate cu formula (2.11), se poate spune că determinarea curentului de punere la pămînt I_p se reduce la determinarea admitanței homopolare Y_h a rețelei, sau, în cazul cînd se neglijează conductanța homopolară a rețelei $C_{hp}\omega$, determinarea curentului I_p se reduce la determinarea acestei susceptanțe capacitive.

De aceea, în cele ce urmează se va examina numai determinarea prin calcul și experimentală a susceptanței homopolare a rețelei.

3. Schema homopolară a unei rețele cu disimetrie transversală, în funcționarea ei normală

Cele ce urmează se referă numai la rețele electrice cu disimetrie transversală.

Fie o rețea electrică cu disimetrie transversală și fie $\overline{Z}_1$, $\overline{Z}_2$ și $\overline{Z}_3$ cele trei impedanțe inegale conectate între cele trei faze și pămînt.

Se presupune de asemenea că între unul din punctele neutre ale rețelei și pămînt este conectată o inductanță variabilă $\mathrm{j}X$.

Schema homopolară a unei astfel de rețele, în funcționare normală, este dată în fig. 6 de mai jos (vezi [1]).

În această schemă N reprezintă punctul neutru la care s-a conectat inductanța $\mathrm{j}X$, iar punctul P reprezintă pămîntul.

Impedanța Z_{mh} reprezintă impedanța medie transversală homopolară, iar valoarea ei este dată de formula (vezi [1]) :

$$\overline{Z}_{mh} \cong \frac{3\,\overline{Z}_1\overline{Z}_2\overline{Z}_3}{\overline{Z}_1\overline{Z}_2+\overline{Z}_2\overline{Z}_3+\overline{Z}_3\overline{Z}_1} = \frac{3}{\overline{Y}_1+\overline{Y}_2+\overline{Y}_3}. \qquad (3.1)$$

Forța electromotoare $\overline{\alpha}_{hd}\,\overline{E}$ poartă numele de forță electromotoare de disimetrie homopolară și factorul $\overline{\alpha}_{hd}$ se numește coeficient de disimetrie homopolară. Valoarea lui este dată de formula (vezi [1]) :

$$\overline{\alpha}_{hd} \cong \frac{a\overline{Z}_1\overline{Z}_2+\overline{Z}_2\overline{Z}_3+a^2\overline{Z}_3\overline{Z}_1}{\overline{Z}_1\overline{Z}_2+\overline{Z}_2\overline{Z}_3+\overline{Z}_3\overline{Z}_1} = \frac{a\overline{Y}_3+\overline{Y}_1+a^2\overline{Y}_2}{\overline{Y}_1+\overline{Y}_2+\overline{Y}_3}. \qquad (3.2)$$

Inversul impedanței $\overline{Z}_{mh}$, adică admitanța $\overline{Y}_{mh}$ este admitanța care joacă aci rolul lui Y_h din formula (2.2), astfel că, în cazul rețelei cu disimetrie transversală, valoarea curentului de punere la pămînt devine :

$$\overline{I}_p = 3\,\overline{E}\,\overline{Y}_{mh} \qquad (3.3)$$

Se vede că în acest caz determinarea curentului de punere la pămînt se reduce la determinarea

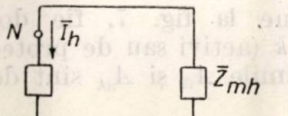


Fig. 6.

admitanței transversale homopolare medii Y_{mh} a rețelei, egală conform relației (3.1) cu :

$$\overline{Y}_{mh} = \frac{1}{3}(\overline{Y}_1+\overline{Y}_2+\overline{Y}_3). \qquad (3.4)$$

4. Determinarea prin calcul a admitanței homopolare transversale Y_{mh} a rețelei

Cele trei admitanțe $\overline{Y}_1 = \frac{1}{\overline{Z}_1}$, $\overline{Y}_2 = \frac{1}{\overline{Z}_2}$ și $\overline{Y}_3 = \frac{1}{\overline{Z}_3}$ pot fi egalate, după cum s-a arătat în paragraful 2, cu susceptanțele capacitive ale celor trei faze ale rețelei, prin neglijarea rezistenței de izolație, presupusă foarte mare

$$\overline{Y}_1 \cong \mathrm{j}C_1\omega \qquad (4.1)$$

$$\overline{Y}_2 \cong \mathrm{j}C_2\omega \qquad (4.2)$$

$$\overline{Y}_3 \cong \mathrm{j}C_3\omega \qquad (4.3)$$

Se pot determina prin calcul cele trei susceptanțe capacitive ale rețelei, din care se poate deduce, conform relațiilor (4.1), (4.2), (4.3), (3.4) și (3.2), atît valoarea lui $\overline{Y}_{mh}$ cît și valoarea lui $\overline{\alpha}_{hd}$.

Se atrage atenția, însă, că acest procedeu este aproximativ, deoarece el neglijează rezistența de izolație a rețelei. Influența acestei

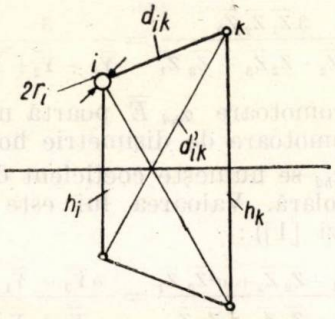


Fig. 7.

aproximații este foarte puțin simțită la determinarea lui $\overline{Y}_{mh}$, dar ea este pronunțată, după cum se va vedea, la determinarea coeficientului de disimetrie homopolară $\overline{\alpha}_{hd}$.

Determinarea prin calcul a susceptanțelor capacitive s-a făcut pentru liniile aeriene, folosind formulele date mai jos. În structura formulelor intervin o serie de mărimi de forma A_{ii} sau A_{ik}.

Referindu-ne la fig. 7, fie doi conductori oarecare i și k (activi sau de protecție) ai liniei aeriene. Mărimile A_{ii} și A_{ik} sînt definite prin :

$$A_{ii} = \frac{2}{\omega \varepsilon l} \ln \frac{h_i}{r_i} \qquad (4.4)$$

$$A_{ik} = \frac{2}{\omega \varepsilon l} \ln \frac{d'_{ik}}{d_{ik}} \qquad (4.5)$$

În aceste formule :

ε reprezintă permitivitatea aerului egală aproximativ cu $\frac{1}{9 \times 10^9}$ F/m ;

ω — pulsația rețelei egală cu 314 rad/s ;

l — lungimea liniei (m) ;

h_i, d_{ik} și d'_{ik} sînt reprezentate în fig. 7.

Aceste mărimi fiind definite, susceptanțele capacitive $\overline{Y}_1$, $\overline{Y}_2$ și $\overline{Y}_3$ se determină cu ajutorul formulelor de mai jos. La determinarea mărimilor h_i și d'_{ik} s-a ținut seama de apropierea conductorilor de pămînt din cauza săgeții.

4.1. Cazul liniei fără conductor de protecție

$$\overline{Y}_1 = \frac{A_{22}A_{33} - A_{23}^2 + A_{12}(A_{23} - A_{33}) + A_{13}(A_{23} - A_{22})}{\Delta} \qquad (4.6)$$

$$\overline{Y}_2 = \frac{A_{11}A_{33} - A_{13}^2 + A_{21}(A_{31} - A_{33}) + A_{23}(A_{31} - A_{11})}{\Delta} \qquad (4.7)$$

$$\overline{Y}_3 = \frac{A_{11}A_{22} - A_{12}^2 + A_{31}(A_{12} - A_{22}) + A_{32}(A_{12} - A_{11})}{\Delta} \qquad (4.8)$$

unde Δ reprezintă determinantul mărimilor A_{ik} iar indicii 1, 2, 3 se referă la cele trei faze (conductori activi).

4.2 *Cazul liniei cu un singur conductor de protecție*

În acest caz se folosesc formule analoge, cu deosebire că în locul mărimilor A_{ik} se folosesc mărimile A'_{ik} definite prin :

$$A'_{ik} = A_{ik} - \frac{A_{i4}A_{l4}}{A_{44}} \qquad (4.9)$$

unde $i, k = 1, 2, 3$, iar indicele 4 se referă la conductorul de protecție unic.

4.3 *Cazul liniei cu doi conductori de protecție*

În acest caz se folosesc formule analoge (4.6), (4.7) și (4.8) cu deosebire că în locul

Susceptanțele capacitive ale rețelelor de 35 kV determinate prin calcul *Tabela 1*

	Configurația *I*					Configurația *II*				
	$C_1\omega$ (μS)	$C_2\omega$ (μS)	$C_3\omega$ (μS)	$C_{mh}\omega$ (μS)	α_{hd} %	$C_1\omega$ (μS)	$C_2\omega$ (μS)	$C_3\omega$ (μS)	$C_{mh}\omega$ (μS)	α_{hd} %
Linii aeriene (64,1 km)	120,318	118,647	115,139	118,035	—	92,795	92,551	81,615	90,987	—
Cabluri subterane (0,859 km)	71,668	71,668	71,668	71,668	—	71,668	71,668	71,668	71,668	—
Transformatoare (101,2 MVA)	4,679	4,679	4,679	4,679	—	4,679	4,679	4,679	4,679	—
Total rețea	196,666	194,994	191,486	194,382	0,783	169,142	168,898	163,962	167,334	1,00

mărimilor A_{ik} se folosesc mărimile A''_{ik} definite prin :

$$A''_{ik}=A_{ik}-A_{i4}\frac{A_{j4}A_{55}-A_{j5}A_{45}}{A_{44}A_{55}-A_{45}^2}-A_{i5}\frac{A_{j5}A_{44}-A_{j4}A_{45}}{A_{44}A_{55}-A_{45}^2} \tag{4.10}$$

unde i, $k = 1, 2, 3$, iar indicii 4 și 5 se referă la cei doi conductori de protecție.

Pentru cablurile subterane, susceptanțele capacitive s-au luat din cataloagele firmelor producătoare (vezi [3] și [4]), iar pentru transformatoare aceste susceptanțe s-au dedus prin calcul, pornind de la măsurători efectuate asupra transformatoarelor cu ocazia determinării raportului C_2/C_{50}, necesar pentru aprecierea stării izolației acestora.

Susceptanțele capacitive ale cablurilor de 35 kV sînt de 8,286 și respectiv 27,607 μS. Susceptanțele capacitive ale înfășurărilor de 35 kV ale diferitelor transformatoare au valori între 0,180 și 0,882 μS.

Rezultatele calculelor acestor susceptanțe sînt arătate în tabela 1.

Valorile susceptanțelor capacitive medii homopolare ($C_{mh}\omega$), cît și valorile forțelor electromotoare de disimetrie homopolară deduse din calcul și care vor fi comparate cu cele deduse din determinarea experimentală sînt date în tabela 2.

Tabela 2

Configurația	$C_{mh}\omega$ (μS)	α_{hd} %	$\alpha_{hd}E$ (volt)
I	194,382	0,783	156,6
II	167,334	1,00	200,0

5. Descrierea metodelor pentru determinarea experimentală a admitanței homopolare medii a rețelei

S-au folosit două metode pentru determinarea experimentală a admitanței homopolare a rețelei considerate, a căror descriere succintă se dă mai jos :

Metoda 1. Această metodă reprezintă o variantă completată a metodei cunoscute din literatura tehnică sub numele de metoda de rezonanță. Descrierea metodei sub forma cunoscută în literatură este făcută în [1].

Principiul metodei se poate înțelege luînd în considerare schema din fig. 6. Curentul $\bar{I}_h$ din această figură este egal cu o treime din curentul real care circulă între punctul neutru N și pămîntul P și care se notează cu $\bar{I}_0$.

Valoarea acestui curent I_0 este dată de formula :

$$\bar{I}_0 = 3\bar{I}_h = \frac{3\,\bar{\alpha}_{hd}\,\bar{E}}{\bar{Z}_{mh}+\mathrm{j}3X} \tag{5.1}$$

sau ținînd seama că :

$$\bar{Z}_{mh} = R_{mhs} - \mathrm{j}\,\frac{1}{C_{mhs}\,\omega} \tag{5.2}$$

acest curent se mai poate scrie :

$$\bar{I}_0 = 3\bar{I}_h = \frac{3\bar{\alpha}_{hd}\,\bar{E}}{R_{mhs} + \mathrm{j}\left(3X - \dfrac{1}{C_{mhs}\,\omega}\right)}. \tag{5.3}$$

Modulul acestui curent este :

$$I_0 = 3I_h = \frac{3\ \alpha_{hd}\,E}{\sqrt{R_{mhs}^2 + \left(3X - \dfrac{1}{C_{mhs}\,\omega}\right)^2}}. \tag{5.4}$$

Se vede din formula (5.4) că acest curent I_0 are un maxim cînd este îndeplinită condiția de rezonanță :

$$3X = \frac{1}{C_{mh}\,\omega}. \tag{5.5}$$

Principiul metodei este deci următorul :

Se conectează între punctul neutru N și pămîntul P o reactanță variabilă X (care este tocmai bobina de stingere destinată tratării neutrului în rețeaua considerată) și se variază valoarea acestei reactanțe, măsurîndu-se pentru fiecare valoare a reactanței o valoare corespunzătoare a curentului I_0. Rezultatele acestor măsurători se trec într-o diagramă de felul celei din fig. 8.

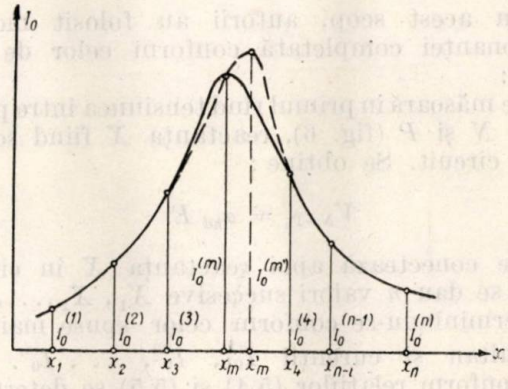


Fig. 8.

Se determină grafic maximul acestei curbe, cum și reactanța corespunzătoare acestui maxim fie ea X_m. În acest caz, conform relației (5.5)

$$\frac{1}{C_{mhs}\,\omega} = 3X_m. \tag{5.6}$$

Metoda descrisă are dezavantajul că determinarea grafică a maximului curbei este imprecisă, fapt care se poate vedea și pe fig. 8. Într-adevăr din punctele obținute din experiență și care sînt notate cu X_1, X_2, X_3, X_4, ... X_{n-1}, X_n maximul curbei poate avea loc fie pentru $X = X_m$

(curba plină), fie pentru $X = X_m$ (curba punctată). Ecartul datorit impreciziunii determinării lui X_m este de multe ori destul de important în practică, ceea ce face metoda inutilizabilă cînd se cere o precizie mai mare în determinare.

În cazul de față s-a căutat o metodă de determinare cît mai precisă a reactanței X_m (și deci a admitanței homopolare $C_{mhs}\omega$), pentru a

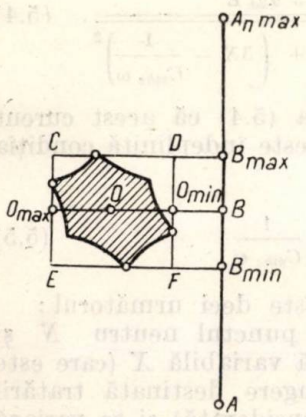


Fig. 9.

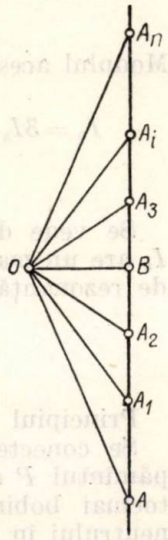


Fig 10.

putea trage o concluzie în privința concordanței rezultatelor calculului cu realitatea, aceasta din urmă fiind cunoscută din determinarea experimentală.

În acest scop, autorii au folosit metoda rezonanței completată conform celor de mai jos :

Se măsoară în primul rînd tensiunea între punctele N și P (fig. 6), reactanța X fiind scoasă din circuit. Se obține :

$$V_{N-P_0} = \alpha_{hd} E. \tag{5.7}$$

Se conectează apoi reactanța X în circuit și i se dau n valori succesive $X_1, X_2, \ldots, X_n$, determinîndu-se conform celor spuse mai sus, simultan și curenții $I_0^{(1)}, I_0^{(2)}, \ldots, I_0^{(n)}$.

Conform relațiilor (5.4) și (5.5) se determină astfel n impedanțe totale Z_{tot} :

$$Z_{tot}^{(i)} = \frac{V_{N-P_0}}{I_0^{(i)}} = \sqrt{R_{mhs}^2 + \left(3X_i - \frac{1}{C_{mhs}\,\omega}\right)^2} \tag{5.8}$$

unde $i = 1, 2, 3, \ldots n$.

Impedanțele $Z_{tot}^{(i)}$ se pot scrie în complex :

$$Z_{tot}^{(i)} = R_{mhs} + j\left[3X_i - \frac{1}{C_{mhs}\,\omega}\right]. \tag{5.9}$$

Reprezentarea grafică a relației (5.9) este arătată în fig. 9.

Metoda rezultă din examinarea figurii 9 și anume :

— Se construiesc pe dreapta AA_n segmentele AA_1, $AA_2, \ldots AA_i \ldots AA_n$ egale cu mărimile $3X_1$, $3X_2, \ldots 3X_i \ldots 3X_n$ cunoscute.

— Se descriu din punctele A_n ($i = 1,2,3, \ldots n$) arcuri de cerc cu razele egale cu $Z_{tot}^{(i)}$ ($i = 1, 2, 3, \ldots n$) unde $Z_{tot}^{(i)}$ sînt determinate experimental. Toate aceste arcuri de cerc se întîlnesc în punctul O.

— Se coboară din punctul O astfel determinat o perpendiculară pe segmentul AA_n.

— Segmentul OB este egal cu R_{mhs}.

— Segmentul BA este egal cu $1/C_{mhs}\omega$.

Atît mărimile X_i cît și mărimile $Z_{tot}^{(i)}$ sînt cunoscute numai cu o anumită eroare.

Deci, mărimile X_i sînt determinate experimental sub forma $X_i \pm \Delta X_i$; de asemenea mărimile $Z_{tot}^{(i)}$ sînt determinate experimental sub forma $Z_{tot}^{(i)} \pm \Delta Z_{tot}^{(i)}$.

Se notează :

$$X_{i\,min} = X_i - \Delta X_i \tag{5.10}$$

$$X_{i\,max} = X_i + \Delta X_i \tag{5.11}$$

$$Z_{tot\,min}^{(i)} = Z_{tot}^{(i)} - \Delta Z_{tot}^{(i)} \tag{5.12}$$

$$Z_{tot\,max} = Z_{tot}^{(i)} + \Delta Z_{tot}^{(i)}. \tag{5.13}$$

Ținînd seama de cele de mai sus, construcția arătată anterior în fig. 9 se modifică după cum urmează :

Se construiesc pe o verticală o serie de 2 n segmente și anume :

$$OA_{i\,min} = 3X_{i\,min} \tag{5.14}$$

$$\text{și } OA_{i\,max} = 3X_{i\,max} \tag{5.15}$$

unde $i = 1, 2, 3, \ldots, n$

Din punctul $A_{i\,min}$ se descriu două arce de cerc, primul cu raza $Z_{tot\,min}^{(i)}$ și al doilea cu raza de $Z_{tot\,max}^{(i)}$. Aceeași operație se repetă pentru punctul $A_{i\,max}$.

Se determină o fîșie cuprinsă între arcele de cerc extreme astfel obținute. Se execută aceeași operație pentru toate cele 2 n puncte determinîndu-se pentru fiecare pereche de puncte cîte o fîșie cuprinsă între două arce de cerc extreme. Porțiunea comună tuturor acestor fîșii reprezintă porțiunea unde se află punctul O. Centrul acestei regiuni se alege ca poziția cea mai probabilă pentru punctul O și distanța de la acest centru pînă la extremitățile regiunii reprezintă abateri probabile ale poziției punctului. În fig. 10 s-a reprezentat dreapta $AA_{n\,max}$ și regiunea în care se poate găsi punctul O (suprafața hașurată).

Se duc două verticale DF și CE și două orizontale CDB_{max} și EFB_{min}, laturile dreptunghiului exînscris suprafeței considerate, cum și orizontala ce trece prin O și care intersectează verticalele CE și DF în O_{max} respectiv în O_{min}.

În aceste condiții, rezistența de izolație a rețelei notate cu R_{mhs} este egală cu :

$$R_{mhs} = OB \pm OO_{min} \ (OO_{min} = OO_{max}) \quad (5.16)$$

iar reactanța capacitivă a rețelei $1/C_{mhs}\ \omega$

$$\frac{1}{C_{mhs}} = AB \pm BB_{min} \ (BB_{min} = BB_{max}) \quad (5.17)$$

Valorile rezistenței de izolație R_{mhp} și ale reactanței capacitive $\frac{1}{C_{mhp}\,\omega}$ se deduc conform formulelor (2.7) și (2.8).

Metoda astfel descrisă a oferit o precizie suficientă pentru scopurile urmărite de autori.

Metoda 2. Metoda aceasta a fost propusă de ing. D. Martac și este descrisă în [1].

Ea este mai puțin exactă decît cea descrisă anterior, dar are avantajul că nu necesită o reactanță variabilă X.

Principiul acestei metode se poate înțelege tot din fig. 6, în care se presupune însă că nu există reactanță variabilă X.

Se determină întîi diferența de potențial V_{N-P_0} între punctul N și punctul P, aceste puncte nefiind legate între ele decît prin instrumentul de măsură care se presupune că are o impedanță mare (practic infinită).

În acest caz se poate scrie — după cum se vede din fig. 6 :

$$V_{N-P_0} = \alpha_{hd}\ E. \quad (5.18)$$

Se leagă apoi punctul N la punctul P prin intermediul unui ampermetru de impedanță neglijabilă și se determină curentul :

$$I_{0sc} = 3I_{hsc} \quad (5.19)$$

Impedanța Z_{mh} a rețelei este egală cu :

$$Z_{mh} = \frac{\alpha_{hd}\,E}{I_{hsc}}. \quad (5.20)$$

Folosind relațiile (6.18) și (6.19) relația (6.20) devine final :

$$Z_{mh} = \frac{3V_{N-P_0}}{I_{0sc}}. \quad (5.21)$$

Dacă toate mărimile ce intervin în formulele (5.18), (5.19), (5.20) și (5.21) ar fi sinusoidale, metoda ar prezenta același grad de precizie ca și cea descrisă anterior. În realitate, fenomenele ce intervin în cadrul acestei metode au un caracter deformant mult mai accentuat decît cele ce intervin în metoda 1. Explicația este următoarea :

Forța electromotoare $\alpha_{hd}\,E$ are în compoziția ei armonice, dar reziduul deformant al curbei nu depășește 5% din valoarea eficace a forței electromotoare, astfel încît aceasta se poate considera practic sinusoidală [5].

Curentul de scurtcircuit I_{hsc} (ca și I_{0sc}) are însă un reziduu deformant mult mai accentuat, deoarece el este rezultatul aplicării unei forțe electromotoare conținînd armonici, asupra unei capacități. Se știe însă că o capacitate produce amplificarea relativă a armonicelor și deci mărirea reziduului deformant și a coeficientului de distorsiune.

Așadar, curentul I_{0sc} nu se mai poate considera ca practic sinusoidal, deoarece coeficientul său de distorsiune depășește 5%.

Acest lucru are ca efect mărirea artificială a admitanței Y_{mh} determinată pe cale experimentală.

În adevăr, conform relației (5.2) avem :

$$Y_{mh} = I_{0sc}/3V_{N-P_0}. \quad (5.22)$$

În această formulă, la numărător ar trebui să figureze valoarea eficace a undei fundamentale, care însă nu este cunoscută experimental. În locul ei se introduce valoarea eficace a undei totale, care deci conține și reziduul deformant și este deci mai mare decît valoarea eficace a undei fundamentale.

În consecință valoarea rezultantă pentru Y_{mh} este mai mare decît valoarea reală și această diferență este cu atît mai mare, cu cît reziduul deformant al curentului este mai mare.

Cercetarea de față are drept scop să evalueze și ordinul de mărime al acestei aproximații, prin oscilografierea curbei de curent și determinarea valorii eficace a undei fundamentale.

Trebuie remarcat că această metodă furnizează mărimea Y_{mh}, care este egală cu :

$$Y_{mh} = \sqrt{\frac{1}{R_{mhp}^2} + C_{mhp}^2\,\omega^2} \quad (5.23)$$

și că se poate scrie

$$Y_{mh} \cong C_{mhp}\,\omega \quad (5.24)$$

numai dacă este îndeplinită condiția (3.10).

6. Rezultatele determinărilor experimentale ale admitanței homopolare transversale Y_{mh} a rețelei

S-au executat măsurători în două configurații diferite de rețea, definite în paragraful 2.

De asemenea, măsurătorile s-au efectuat în două zile cu umidități atmosferice diferite și anume :

— la umiditate 100% ;
— cu atmosfera lipsită de umiditate.

Schema de montaj a aparatelor care s-au folosit pentru ambele metode este indicată în fig. 11.

Cît timp S_1 este deschis se măsoară tensiunea V_{N-P_0} necesară în ambe e metode, cu comutatorul C_1 pus pe poziția din stînga.

Cît timp S_1 este închis ia S_2 deschis se măsoară curenții I_0 cu ajutorul ampermetrului A și se oscilografiază simultan cu ajutorul buclei B_1 alimentată prin transformatorul de curent cu raport variabil Tr_1 și șuntată de rezistența

S_h. Simultan se măsoară și tensiunea V_{N-P}, punînd comutatorul C_1 pe poziția din dreapta și folosind deci transformatorul de tensiune Tr_2.

Cînd atît S_1 cît și S_2 sînt închise, se măsoară și se oscilografiază curentul I_{0sc} necesar în metoda a doua.

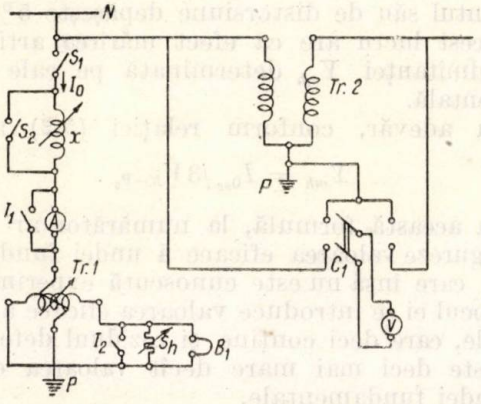


Fig. 11.

Atît ampermetrul cît și voltmetrul folosite au fost aparate AVOMET avînd următoarele caracteristici:

— scări de tensiune 1,2; 6; 12; 30; 60; 120; 300; 600 V;
— rezistența specifică ca voltmetru circa 1 000 Ω/V;
— scări de curent 1,2; 3; 12; 30; 120; 300; 1 200; 6 000 mA;
— eroarea maximă (clasa aparatului) 1,5%.

Transformatorul de tensiune Tr_2 folosit are raportul de transformare 6 000/100 V/V și clasa de precizie 3%.

Reactanța variabilă folosită în metoda rezonanței a avut valorile indicate în tabela 3.

Pentru a avea o imagine mai clară asupra încercărilor efectuate se indică în tabela 4 o grupare a acestora.

Tabela 3

Plotul	*I*	*II*	*III*	*IV*	*V*	*VI*	*VII*
Reactanța maximă(Ω)	3 280	2 929	2 257	1 783	1 430	1 108	932
Reactanța minimă (Ω)	3 110	2 730	2 138	1 674	1 349	1 059	849

Tabela 4

Încercări în atmosferă cu 100% umiditate
- Configurația de rețea I
  - Metoda 1
  - Metoda 2
- Configurația de rețea II — Metoda 2

Încercări în atmosferă lipsită de umiditate — Configurația de rețea II
- Metoda 1
- Metoda 2

} Curenți oscilografiați

Rezultatele încercărilor în atmosfera cu 100% umiditate sînt arătate pentru configurația *I* (metoda 1 și 2) și pentru configurația *II* (metoda 2) în tabela 5.

Rezultatele încercărilor în atmosfera lipsită de umiditate pentru configurația *II* (metoda 1 și 2) sînt arătate în tabela 6.

Rezultatele prelucrărilor prin calcul analitic sau grafic ale acestor date sînt arătate pentru metoda 1 în tabelele 7 și 8.

Rezultatele măsurătorilor admitanței rețelei de 35 kV. *Tabela 5*

Măsurători efectuate în atmosferă cu 100% umiditate
Configurația de rețea *I* și *II*. Metodele 1 și 2

Modul de măsurare	V_{N-P} (Tensiunea între neutrul transformatorului și pămînt) Clasa aparatului 1,5					I_{0sc} cu neutrul legat direct la pămînt				
	Tensiunea	Eroare relativă totală	Eroare absolută totală	Tensiunea maximă	Tensiunea minimă	Curentul	Eroare relativă	Eroare absolută	Curentul maxim	Curentul minim
	V	%	V	V	V	A	%	A	A	A
Configurația I										
Plot *I*	72	11,12	8,0	80,0	64,0	—	—	—	—	—
Plot *II*	90	9,50	8,6	98,6	81,4	—	—	—	—	—
Plot *III*	162	6,61	10,7	172,7	151,3	—	—	—	—	—
Plot *IV*	552	5,12	28,3	580,3	523,7	—	—	—	—	—
Plot *V*	168	6,48	10,9	178,9	157,1	—	—	—	—	—
Plot *VI*	72	11,12	8,0	80,0	64,0	—	—	—	—	—
Plot *VII*	45,5	5,60	2,6	47,6	42,4	—	—	—	—	—
Încercare în gol	38,5	2,53	1,0	39,5	37,5	—	—	—	—	—
Neutrul transf. legat direct la pămînt	—	—	—	—	—	0,030	6,5	0,002	0,032	0,028
Configurația II										
Încercare în gol	127	3,84	4,87	131,87	122,23	—	—	—	—	—
Neutrul transf. legat direct la pămînt	—	—	—	—	—	0,070	2,78	0,002	0,072	0,068

Rezultatele măsurătorilor admitanței rețelei de 35 kV *Tabela 6*

Măsurători efectuate în atmosferă lipsită de umiditate

Configurația de rețea *II*. Metodele 1 și 2

Modul de măsurare	V_{N-P} (Tensiunea între neutrul transformatorului și pământ) Clasa aparatului 1,5.					I_{0sc} (Curentul prin neutrul transformatorului) Clasa aparatului 1,5				
	Tensiunea	Eroarea relat.	Eroarea absol.	Tensiunea maximă	Tensiunea minimă	Curentul	Eroarea relat.	Eroarea absol.	Curentul maxim	Curentul minim
	V	%	V	V	V	A	%	A	A	A
Plot *I*	351,0	4,67	16,4	367,4	334,6	0,1130	4,31	0,0049	0,1179	0,1081
Plot *II*	444,0	5,64	25,0	469,0	419,6	0,1625	3,00	0,0049	0,1674	0,1576
Plot *III*	1374,0	5,13	70,5	1444,5	1304,5	0,6280	3,10	0,0195	0,6475	0,6085
Plot *IV*	660,0	4,77	31,8	691,8	628,2	0,3720	5,24	0,0195	0,3915	0,3525
Plot *V*	247,2	5,36	13,3	260,5	233,9	0,1830	2,66	0,0049	0,1879	0,1781
Plot *VI*	137,4	7,25	10,0	147,4	127,4	0,1300	3,75	0,0049	0,1349	0,1251
Plot *VII*	88,8	9,58	8,5	97,3	80,3	0,1050	4,64	0,0049	0,1099	0,1001
Încercare în gol	120,8	1,62	2,0	122,8	118,8	—	—	—	—	—
Încercare în scurt-circuit	—	—	—	—	—	0,0640	3,05	0,0020	0,0660	0,0620

În încercările efectuate în atmosferă lipsită de umiditate s-au oscilografiat atît curenții I_0 pe cele șapte ploturi ale reactanței variabile,

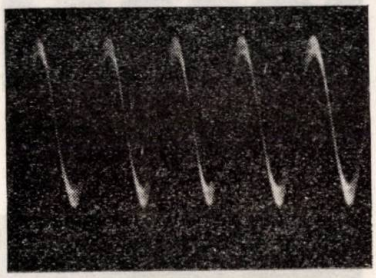


Fig. 12. Curentul I_0=0,113 A. (plotul *I*).

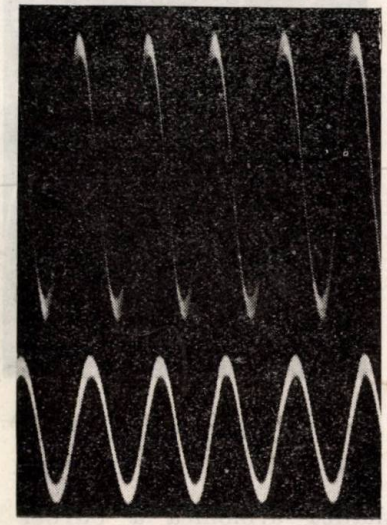


Fig. 13. *Sus* — curentul I_0 = 0,1625 A. (plotul *II*).
Jos — tensiunea serviciilor interne.

cum și curentul de scurtcircuit I_{0sc} și tensiunea de disimetrie homopolară V_{N-P_0}.

În figurile 12—20 sînt reprezentate aceste oscilograme.

În partea inferioară a figurilor 13, 15, 18 și 19 este reprezentată tensiunea serviciilor interne din stația respectivă care s-a luat drept curbă de

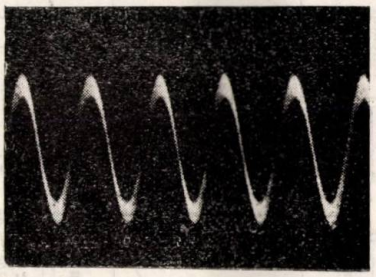


Fig. 14. Curentul I_0 0,372 A. (palotul *IV*).

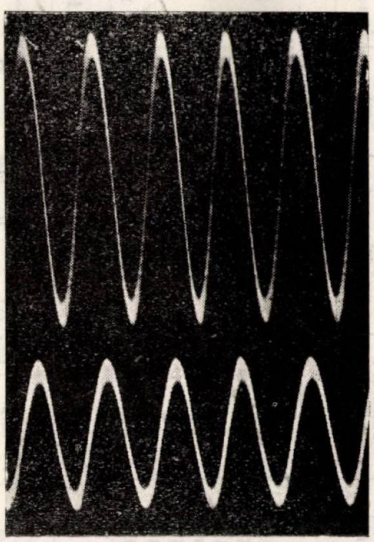


Fig. 15. *Sus* — curentul I_0=0,628 A. (plotul *III*).
Jos — tensiunea serviciilor interne.

comparație. În partea de sus a acelorași figuri precum și în figurile 12, 14, 16 și 17 sînt reprezentate oscilogramele curenților I_0 pe cele șapte ploturi ale reactanței variabile.

Determinarea impedanței schemei de secvență homopolară a rețelei de 35 kV cu ajutorul metodei 1 *Tabela 7*

Nr. crt.	Plotul	Încercarea în atmosferă lipsită de umiditate. Configurația II de rețea						Încercarea în atmosfera cu 100% umiditate. Configurația I de rețea					
		Curentul maxim	Curentul minim	U_{gol} maxim	U_{gol} minim	$Z_{hmax}=\frac{U_{g\,max}}{I_{min}}$	$Z_{hmin}=\frac{U_{g\,min}}{I_{max}}$	Curentul maxim	Curentul minim	U_{gol} maxim	U_{gol} minim	$Z_{h\,max}=\frac{U_{g\,max}}{I_{min}}$	$Z_{h\,min}=\frac{U_{g\,min}}{I_{max}}$
		A	A	V	V	Ω	Ω	A	A	V	V	Ω	Ω
1	*I*	0,1179	0,1081	122,8	118,8	1 132	1 009	0,0244	0,0195	39,5	37,5	2 025	1 536
2	*II*	0,1674	0,1576	122,8	118,8	778	709	0,0337	0,0278	39,5	37,5	1 420	1 112
3	*III*	0,6475	0,6085	122,8	118,8	202	184	0,0623	0,0546	39,5	37,5	723	601
4	*IV*	0,3915	0,3525	122,8	118,8	348	303	0,3250	0,2935	39,5	37,5	135	117
5	*V*	0,1879	0,1781	122,8	122,8	689	633	0,1250	0,1170	39,5	37,5	338	300
6	*VI*	0,1349	0,1251	122,8	118,8	980	880	0,0721	0,0577	39,5	37,5	685	520
7	*VII*	0,1099	0,1001	122,8	118,8	1 227	1 080	0,0511	0,0455	39,5	37,5	867	733

Rezultatele calculului grafic

R_{mhs}	$\frac{I}{C_{mhs}\omega}$	R_{mhp}	$\frac{I}{C_{mhp}\omega}$	$Z_{mh}=\sqrt{R^2_{mhs}+\frac{1}{C^2_{mhs}\omega^2}}$	$Y_{mh}=\sqrt{R^2_{mhs}+\frac{1}{C^2_{mhs}\omega^2}}$	R_{mhs}	$\frac{I}{C_{mhs}\omega}$	R_{mhp}	$\frac{I}{C_{mhp}\omega}$	$Z_{mh}=\sqrt{R^2_{mhp}+C^2_{mhp}\omega^2}$	$Y_{mh}=\sqrt{\frac{1}{R^2_{mhp}}+C^2_{mhp}\omega^2}$
Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	μS	Ω	Ω	Ω	Ω	Ω	μS
300±300 (±100%)	6 135±180 (±2,93%)	125 300	6 150	6 142	162,5 (±2,93%)	360±45 (±12,5)	4 950±60 (±1,21)	68 360	4 975	4 970 (±1,21%)	201,1 (±1,21%)

În partea de sus a figurii 19 este reprezentat curentul de scurtcircuit I_{0sc}, iar în fig. 20 este reprezentată tensiunea de disimetrie homopolară $V_{N-P_0} = \alpha_{hd} E$.

Fig. 16. Curentul $I_0 = 0{,}183$ A. (plotul *V*).

Fig. 17. Curentul $I_0 = 0{,}130$ A. (plotul *VI*).

Fig. 18. *Sus* — Curentul $I_0 = 0{,}105$ A. (plotul *VII*).
Jos — tensiunea serviciilor interne.

Din analiza armonică a curbei curenților I_0 și I_{0sc} rezultă următoarele :

a) Tensiunea de disimetrie homopolară V_{N-P_0} este o curbă conținînd armonice în mică măsură, astfel încît coeficientul de distorsiune (definit ca raportul dintre reziduul deformant și valoarea eficace) nedepășind 5% ea poate fi considerată ca o curbă practic sinusoidală [5].

Tabela 8

Determinarea impedanței de secvență homopolară a rețelei de 35 kV cu ajutorul metodei 2

Umiditatea atmosferei	Configurația rețele	I_{0sc} max	I_{0sc} min	V_{N-P} max	V_{N-P} min	Z_{mh} (max) = $\frac{3V_{N-P(max)}}{I_{0sc}\ (min)}$	Z_{mh} (min) = $\frac{3V_{N-P(min)}}{I_{0sc}\ (max)}$	Z_{mh} (med) = $\frac{1}{2}Z_{mh}$ (max) + + Z_{mh} (min)	$Y_{mh} = \frac{1}{Z_{mh}}$
		mA	mA	V	V	Ω	Ω	Ω	μS
100%	*I*	32	28	39,5	37,5	4 236	3 525	3880±355 (±9,15%)	257±23,6 (±9,15%)
	II	72	68	131,87	122,23	5 805	5 100	5452±352 (±6,45%)	183,2±11,8 (±6,45%)
0%	*II*	66	62	122,8	118,8	5 940	5 394	5667±273 (±4,81%)	176,5±8,5 (±4,81)

b) Curenții I_0 se îndepărtează din ce în ce mai mult de o sinusoidă, cu cît numărul plotului crește (reactanța scade); totuși, chiar pe ultimul plot (reactanța minimă), coeficientul de distorsiune nu depășește 5%.

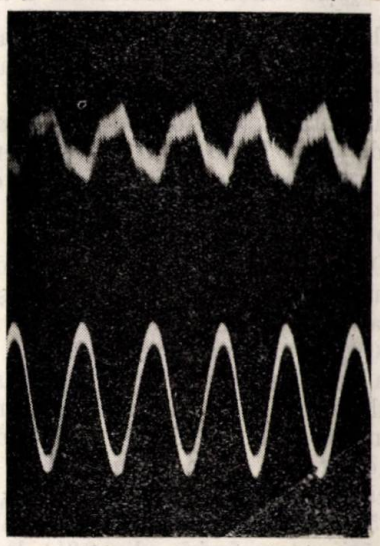


Fig. 19. *Sus* — curentul de scurtcircuit Io_{sc} (neutrul N legat direct la pămînt). Valoarea eficace 0,064 A. *Jos* — tensiunea serviciilor interne.

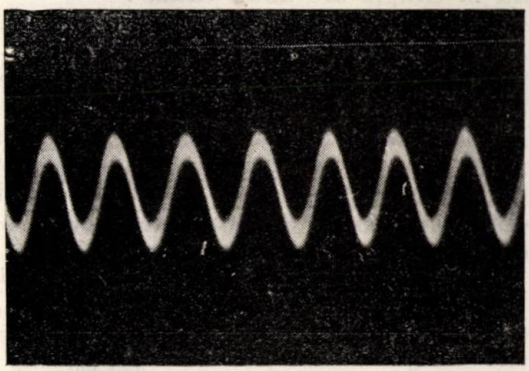


Fig. 20. Tensiunea de disimetrie homopolară V_{N-Po}. Valoarea eficace 120 V.

c) Curentul de scurtcircuit I_{0sc} prezintă o deformație mult mai accentuată. Analiza armonică furnizează următoarele:

— valoarea eficace a funcțiunii 64 mA;

— valoarea eficace a undei fundamentale 62,3 mA;

— reziduul deformant 14,65 mA;

— coeficientul de distorsiune 22,9%;

— raportul dintre valoarea eficace a funcțiunii și valoarea eficace a undei fundamentale 1,03

7. Comparația rezultatelor celor două metode

După cum s-a arătat în descrierea celor două metode de mai sus, metoda 2 este mai puțin exactă decît metoda 1.

Extrăgînd din tabelele 7 și 8 se obține pentru valorile lui Y_{mh}, exprimate în μS.

Tabela 9

Umiditatea atmosferei	Configurația de rețea	Metoda 1	Metoda 2	Diferența %
100%	*I*	201,1±1,21%	257±9,15%	27,8
0%	*II*	162,5±2,93%	176,5±4,81%	8,62

Metoda 2 conduce la valori de admitanțe mai mari decît cele reale, deoarece în formula:

$$Y_{mh} = \frac{I_{0sc}}{3V_{N-P_0}} \qquad (7.1)$$

la numărător se introduce valoarea eficace a curentului I_{0sc}, singura valoare cunoscută experimental. Această valoare conține însă un reziduu deformant și folosirea ei conduce la valori mai mari pentru Y_{mh} decît cele reale.

Măsura în care valorile astfel obținute întrec pe cele reale depinde de gradul de deformare al curbei curentului de scurtcircuit.

Din tabela 12 rezultă următoarele:

a) În cazul măsurătorilor în atmosferă cu 100% umiditate (configurația *I*), diferența relativă dintre valorile medii determinate prin cele două metode este de 27,8% și anume metoda 2 dă rezultate mai mari.

Considerînd însă că în fiecare metodă mărimea Y_{mh} este determinată cu o anumită abatere posibilă (± 1,21% în prima metodă și ± 9,15% în a doua metodă) și luînd din această plajă de valori cea mai mare valoare rezultată din

metoda 1 (201,1 + 1,21% = 203,5 μS) și cea mai mică rezultată pentru metoda 2 (257 — —9,15% = 233,5 μS) diferența relativă devine 14,75%.

Aceste diferențe relativ mari se explică prin deformarea accentuată a curbei de curent, în acest caz.

b) În cazul măsurătorilor în atmosfera lipsită de umiditate, diferența relativă dintre valorile medii determinate prin cele două metode este de 8,62% și anume tot metoda 2 conduce la rezultate mai mari.

Considerînd ca și mai sus abaterile posibile de la valorile medii de mai sus (± 2,93% în metoda 1 și ± 4,81% în metoda 2) și luînd cea mai mare valoare posibilă în metoda 1 (162,5 + 2,93% = 166,8 μS) și cea mai mică valoare probabilă în metoda 1 (176,5—4,81% = 168,3 μS) diferența relativă devine de circa 0,9% adică neglijabilă.

Din cele de mai sus se pot trage următoarele concluzii referitoare la utilizarea metodei 2.

— Metoda 2 este indicată a fi folosită în atmosfera lipsită de umiditate.

— La utilizarea metodei 2 este indicată folosirea instrumentelor de măsură cu clasă de precizie cît mai bună (clasa 0,5 sau cel mult clasa 1); de asemenea trebuie folosite astfel de scări, încît deviația instrumentului să fie cît mai apropiată de deviația maximă. Aceste măsuri sînt necesare pentru a reduce la minimum eroarea de determinare a admitanței.

Dacă aceste două indicații sînt respectate, metoda 2 poate înlocui cu suficientă precizie metoda 1, diferențele între cele două metode putînd fi de cîteva procente, cel mult. De aceea este indicată folosirea metodei 2 cu indicațiile de mai sus, ori de cîte ori lipsește reactanța variabilă.

8. Comparație între determinarea prin calcul și determinarea experimentală a admitanței capacitive homopolare a rețelei

Din tabelele 4 și 10 rezultă următoarele :

Tabela 10

Umiditatea atmosferei	Configurația rețelelor	Admitanța $C_{mhp}\omega$(μS)		Diferența % $\frac{\text{val. exp. val. calc.}}{\text{val. exp.}} \times 100$
		Calcul	Experimental	
100%	*I*	194,382	201 ±1,21%	+3,29
0%	*II*	167,334	162,5±2,93%	−2,97

Se vede din tabela de mai sus că există o bună concordanță între rezultatele calculului și rezultatele experimentale, diferențele fiind de ordinul 3%, în timp ce determinările experimentale sînt făcute cu abateri cuprinse între 1—3%.

Se poate deci spune că rezultatul calculului coincide cu cel experimental. Această concluzie este în contradicție cu practica folosită curent la determinarea acestei admitanțe. În adevăr, conform acestei practici, după efectuarea calculelor indicate la capitolul 5 se adaugă la rezultatul obținut un procent care variază între 7—16% (13% pentru 35 kV) [2]. Acest procent suplimentar este justificat prin capacitatea instalațiilor din stații și prin capacitatea suplimentară dintre conductoare și stîlpi, elemente ce nu au fost luate în considerare în calcul.

Concluziile arătate mai sus arată că procentul luat în considerare, de 13%, este exagerat de mare și nu se confirmă experimental.

9. Dependența capacității C_{mhp} și a rezistenței de izolație R_{mhp} de starea de umiditate a atmosferei

Din tabela 13 rezultă, referitor la admitanța capacitivă $C_{mhp}\,\omega$ (și deci și la capacitatea C_{mhp}), următoarea concluzie :

Deși în două experiențe diferite, umiditatea variază de la 0% la 100% diferența între valoarea experimentală și valoarea de calcul a admitanței $C_{mhp}\,\omega$ variază între — 2,97 și +3,29%, adică într-un domeniu total de 6,26%. Dependența capacității C_{mhp} de umiditatea atmosferică este deci limitată și variația acestei capacități, cînd umiditatea variază de la 0—100%, nu depășește 10%.

În ceea ce privește dependența rezistenței de izolație de umiditatea atmosferică, nu se pot trage concluzii cantitative precise din experiențele efectuate, Din examinarea tabelei 7 rezultă că rezistența de izolație R_{mhp} variază de la 125 300 Ω (în cazul configurației *II* și al umidității atmosferice de 0%) la 68 360 Ω (în cazul configurației *I* și al umidității atmosferice de 100%). Această variație de aproape dublu la simplu are două cauze :

— variația umidității atmosferice de la 0% la 100%;

— variația lungimii liniilor electrice de la 50,1 km la 64,1 km.

Din rezultatele obținute nu se pot separa efectele celor două cauze. Considerînd totuși aproximativ că rezistența de izolație variază invers proporțional cu lungimea totală a liniilor, obținem valorile din tabela 11.

Tabela 11

Umiditatea atmosferei (%)	Rezistența de izolație R_{mhp} (Ω)
0	125 300
100	$68\,360 \times \frac{64,1}{50,1} \cong 87\,500$

Rezultă dar o variație a rezistenței de izolație de $\frac{125\,300-87\,500}{125\,300} \times 100 \cong 30\%$ în cazul variației umidității atmosferice de la 0% la 100%.

Deşi aceste rezultate nu sînt decît aproximative, ele arată totuşi clar că rezistenţa de izolaţie a reţelei prezintă o dependenţă mult mai accentuată de umiditatea atmosferică decît capacitatea reţelei.

Se constată o bună concordanţă a concluziilor de mai sus cu indicaţiile din literatura de specialitate [6].

10. Comparaţie între determinarea prin calcul şi experimentală a tensiunii de disimetrie homopolară

Din tabelele 4, 7, 8, şi 9 se deduc următoarele :

Tabela 12

Configuraţia reţelelor	Umiditatea atmosferică (%)	$\alpha_{hd}\ E$ calculat (V)	$\alpha_{hd}\ E$ măsurat (V)	Diferenţe relative % $\frac{\text{val. exp. val. măs.}}{\text{val măs}} \times 100$
I	100	156,6	38,5	+307
II	0	200	120	+ 66,5
	100	200	127	+ 56,5

Rezultă că deteminarea prin calcul a tensiunii de disimetrie nu poate da decît ordinul de mărime a acestei tensiuni, deoarece valorile măsurate diferă de cele calculate cu 50—300%.

Aceste diferenţe mari se explică prin faptul că în calculul lui $\alpha_{hd}\ E$ nu s-a ţinut seama decît de capacitatea reţelei (singur element susceptibil de a fi calculat) şi s-a neglijat rezistenţa de izolaţie. Această neglijare conduce la erori însemnate şi calculul astfel efectuat nu poate decît să dea o idee asupra ordinului de mărime a tensiunii respective.

11. Concluzii

Rezumînd cele expuse mai sus, se pot afirma următoarele :

— Din compararea metodelor 1 şi 2 descrise rezultă că, luînd anumite precauţii, metoda 2 duce la rezultate suficient de exacte şi are avantajul că nu necesită o reactanţă variabilă.

— Rezultatele metodei 1, privind capacitatea C_{mhp} a reţelei sînt în foarte bună concordanţă cu rezultatele calculului — fără ca la rezultatul acestui calcul să se adauge, conform anumitor practici, un procent de circa 13% care să ţină seama de apropierea conductoarelor de stîlpi cum şi de capacitatea elementelor din staţii. Rezultă deci că acest procent este exagerat şi nu se verifică experimental.

— Capacitatea C_{mhp} a reţelei depinde de umiditatea atmosferică în limite foarte mici (sub 10%); în schimb rezistenţa de izolaţie a reţelei variază mult mai pronunţat în funcţie de umiditatea atmosferică. Rezultatele obţinute sînt în bună concordanţă cu rezultatele din literatura de specialitate.

— Determinarea prin calcul a tensiunii de disimetrie homopolare nu poate da decît indicaţii vagi asupra ordinului de mărime a acestei tensiuni, deoarece neglijarea rezistenţelor de izolaţie disimetrice conduce la erori mari.

Bibliografie

[1] Martac D.: *Metode de măsurare a curentului de punere monofazată la pămînt în reţelele electrice cu neutrul izolat.* Energetica şi Hidroenergetica nr. 11/1955.
[3] A. E. G.: *Mărimile care intervin în calculul instalaţiilor de înaltă tensiune.*
[3] Vladimir List: Elektricke sitě, 1951.
[4] Electrotehniceskii sprovocinik, 1952.
[5] Antoniu I. S.: *Chestiuni speciale de electrotehnică,* 1956.
[6] Willheim R.: *Neutral grounding in high voltage transmissions.* 1956.

621.311.21

Acumularea-tranzit a cascadelor hidroenergetice

DORIN PAVEL*)

Se trec în revistă diferite tipuri de cascade hidroenergetice şi se scot în relief avantajele tehnice, energetice şi economice ale soluţiei cascadei cu acumulare - tranzit, echipată şi cu un lac redresor aval, pentru nevoile folosinţelor hidraulice neenergetice din aval. Se dau o serie de date practice şi cîteva metode sumare de calcul.

I. Generalităţi

Amenajarea hidroenergetică a unui curs de apă şi afluenţilor săi se consideră ca un hidrocentru format din numeroase uzini hidroelectrice. În cazul cînd amenajarea conţine şi derivaţii din alte bazine hidrocentrul cuprinde mai multe cursuri de apă, care formează un singur sistem hidroenergetic şi hidrotehnic.

Datorită nepermanenţei debitelor se amenajează în amplasamentele favorabile topografic, geologic şi hidrologic lacuri de acumulare care compensează debitele disponibile în concordanţă cu debitele consumate.

Cu cît acumularea utilă V_u este mai mare în raport cu stocul anual $V_a = 31{,}56 \cdot 10^6 Q_m$, deci cu cît este mai mare coeficientul acumulării $\alpha = V_u/V_a$, cu atît uzina este mai valoroasă

*) Dr. ing. *Dorin Pavel* este profesor la Inst. Politehnic Bucureşti şi consilier în MIG.

în sistemul energetic, în care este încadrată, deoarece :

— asigură o elasticitate a exploatării cu atît mai mare cu cît crește α ;

— dă o putere asigurată mai mare ;

— se înscrie mai bine la vîrful graficului de consum ;

— debitează energie de iarnă mai prețioasă ;

— produce energie anuală mai mare ;

— constituie rezerve de putere și energie în sistem, reducînd rezervele la cald și rece din centralele termoelectrice ;

— permite exploatarea centralelor termoelectrice la baza sau semivîrful graficului de sarcină, care, ne mai fiind supuse variațiilor mari de sarcină funcționează cu ore de utilizare $T_0 = E/P_i$ foarte mari (5 000...7 000 ore/an), reducînd substanțial prețul de cost al energiei ;

— favorizează amenajarea în aval a uzinelor pe firul apei fără acumulare proprie — care, funcționînd sincron cu uzina acumulatoare din amonte, devin foarte economice.

Aceste avantaje energetice și economice ce decurg de pe urma amenajării uzinelor cu acumulare mare conduc însă la investiții sporite și la un preț de cost al energiei $p = \Sigma(a\,\Delta I)/E$ (lei/kWh) mai mare decît acela al uzinelor de bază, pe firul apei, respectiv al uzinelor fluviale.

Considerînd o uzină cu acumulare costisitoare, ea apare individual neeconomică, încadrîndu-se însă în sistemul energetic astfel ca să fie urmată de uzini în cascadă pe firul apei și de centrale termoelectrice ea devine economică. Un sistem cu insuficiente uzini cu acumulare este lipsit de compensatoare energetice, are insuficientă rezervă de putere asigurată și obligă centralele termoelectrice să funcționeze cu sarcini variabile, la un consum de combustibil sporit. Amenajînd, dimpotrivă, exagerat de multe uzini acumulatoare, exploatarea devine mai elastică, dar se scumpește energia, așa că trebuie găsită soluția optimă între aceste soluții extreme, cu un număr de uzini acumulatoare bine proporționat față de caracteristicile sistemului.

Cum în primele faze ale electrificării patriei noastre producția hidroenergetică este disproporționat de mică față de aceea termoenergetică, este firesc să se amenajeze acum mai ales uzini acumulatoare, încadrate în cea mai mare parte la vîrful graficului de consum. Cînd producția hidroenergetică va atinge aproximativ 30 % din total, devin tot mai economice cascadele de uzini pe firul apei amenajate neîntrerupt în aval de cele acumulatoare.

Cu privire la gradul acumulării, uzinele se clasifică, după mărirea coeficientului acumulării $\alpha = V_u/V_a$, în cele cu :

— acumulări supraanuale, cînd $\alpha > 0{,}6$
— acumulări anuale, cu $\alpha = 0{,}3 \ldots 0{,}5$
— acumulări sezoniere, cu $\alpha = 0{,}1 \ldots 0{,}15$
— acumulări zilnic-orare, cu $\alpha < 0{,}002$, gravitaționale sau cu pompare prin transformatoare hidroenergetice.

II. Tipuri de cascade hidroenergetice cu și fără acumulare-tranzit

Amenajările din regiunile muntoase, care cuprind uzini cu acumulare de tipurile : baraj, baraj cu derivații, uzini combinate cu transformatoare hidroenergetice și alte tipuri speciale, nu intră în cadrul articolului de față.

Tema care ne interesează se referă la amenajarea în aval de ultima uzină cu acumulare a lanțului de uzine în cascadă, care pot fi clasate în cîteva tipuri.

1. *Cascadele pe firul apei, fără acumulare în amonte*, constituie forma de amenajare cea mai veche și simplă, după modelul morilor instalate în lanț în secolele XVIII și XIX.

a) Cascada microcentralelor fără acumulare, construite la finele secolului XIX, utiliza căderile mici, de 6...20 m, pe rîurile din regiunile de coline și șes, fie sub forma unui lanț neîntrerupt, la care canalul de fugă al uzinei amonte servea drept canal de aducțiune al uzinei din aval (fig. 1, *a*), fie lăsînd sectoare de rîu neamenajate.

b) Cascada uzinelor hidroelectrice pe firul apei, construite mai tîrziu, utiliza căderi unitare mai mari, pînă la 100—150 m, fără baraje de retenție, cu priza la stăvilare de mică înălțime și cu canalizații deschise, de liberă scurgere (fig. 1, *c* — fără nr. *I* și *VI*). Fiecare treaptă este constituită din camera de echilibru, conductele forțate și clădirea centralei. Turbinele erau de tipul Francis polirotoare la căderi sub 10 m, monorotoare la $H = 10 \ldots 100$ și de tipul Pelton la căderi mai mari. Cascada poate funcționa numai cu uzine de bază, deversînd apă în perioadele de ape mari și în orele de consum redus.

c) Cascada pe firul apei cu canalizații sub presiune (fig. 1, *b* — fără lacurile *A* și *B*) este forma contemporană a uzinelor înșirate pe firul apei, utilizată și la căderi, respectiv puteri unitare mai mari. Cascada funcționează hidraulic sincron, astfel că un debit sporit se propagă, cu diferența a cîtorva minute, prin întregul lanț. Fenomenul este analog și la o scădere a debitului.

În aval de centrale se introduc debitele suplimentare captate pe rîu și afluenți, așa cum arată treptele debitelor Q_{mI} la Q_{mII} în fig. 1, *c*.

Acest sistem trebuie reglat automat în funcție de debitul disponibil, putînd fi exploatate astfel toate debitele pe rîu pînă la atingerea debitului instalat $Q_i = k_i\, Q_m$, fiind $k_i = 1{,}0 \ldots 1{,}4$ de stabilit ca soluție optimă tehnic-economic. Reglarea turbinelor în scopul menținerii frecvenței electrice $f = \frac{pn}{60}$, deci în funcție de pulsația sarcinii în rețea, conduce la cascadele pe firul apei la o risipă de apă inadmisibilă. De aceea reglarea frecvenței trebuie asigurată

de alte uzine cu acumulare sau de centrale termoelectrice.

d) Cascada fluvială de bază, de tipul schițat în fig. 1, *d*, însă fără pulsația lacului amonte, a fost utilizată încă de acum 6 decenii și mai este — nejustificat — aplicată și azi. Treptele de cădere sînt create prin baraje fluviale (stăvilare cu căderi în general sub 30 m), astfel ca remuul să asigure pescajul necesar navigației. Menținerea biefurilor amonte și aval constante la asemenea cascade s-a făcut mai ales din cauza navigației și din greșita considerare a acestora ca uzine pure de bază. Analog ca la cascadele precedente și cascada fluvială de bază trebuie să funcționeze în funcție de debitul disponibil și nu sincron cu variația sarcinii.

2. *Cascadele cu acumulare-tranzit* se realizează completînd lanțul de uzine pe firul apei, în amonte cu cel puțin o uzină cu acumulare și în aval cu un lac redresor (fig. 1, *b*, *c*, *d*), al căror scop și fel de funcționare se arată mai jos. Volumul util V_u aferent centralei *I* trece prin toate centralele cascadei, de aceea se numește „tranzit".

Ca subtipuri, analog ca la grupa precedentă, avem cascade sub presiune (fig. 1, *b*), cascade cu liberă scurgere (fig. 1, *c*) și cascade fluviale (fig. 1, *d*).

3. *Cascadele cu acumulări succesive* corespund acelorași tipuri fig. 1, *a-d*, însă conțin în aval de fiecare centrală cîte un lac compensator. Prin această succesiune de lacuri:

— se obține o elasticitate mai mare în exploatare a fiecărei centrale din lanțul cascadei, putînd funcționa la vîrful graficului de sarcină;

— se compensează parțial sau total debitele suplimentare captate pe cursurile de apă de-a lungul lanțului;

— se poate asigura reglajul frecvenței în rețea.

Avantaje referitoare la tipurile 1—a și 1—b din aliniatul II:

— amenajarea este caracterizată prin volume de lucrări constructive reduse, mai ales datorită lipsei barajelor cu lacuri acumulatoare;

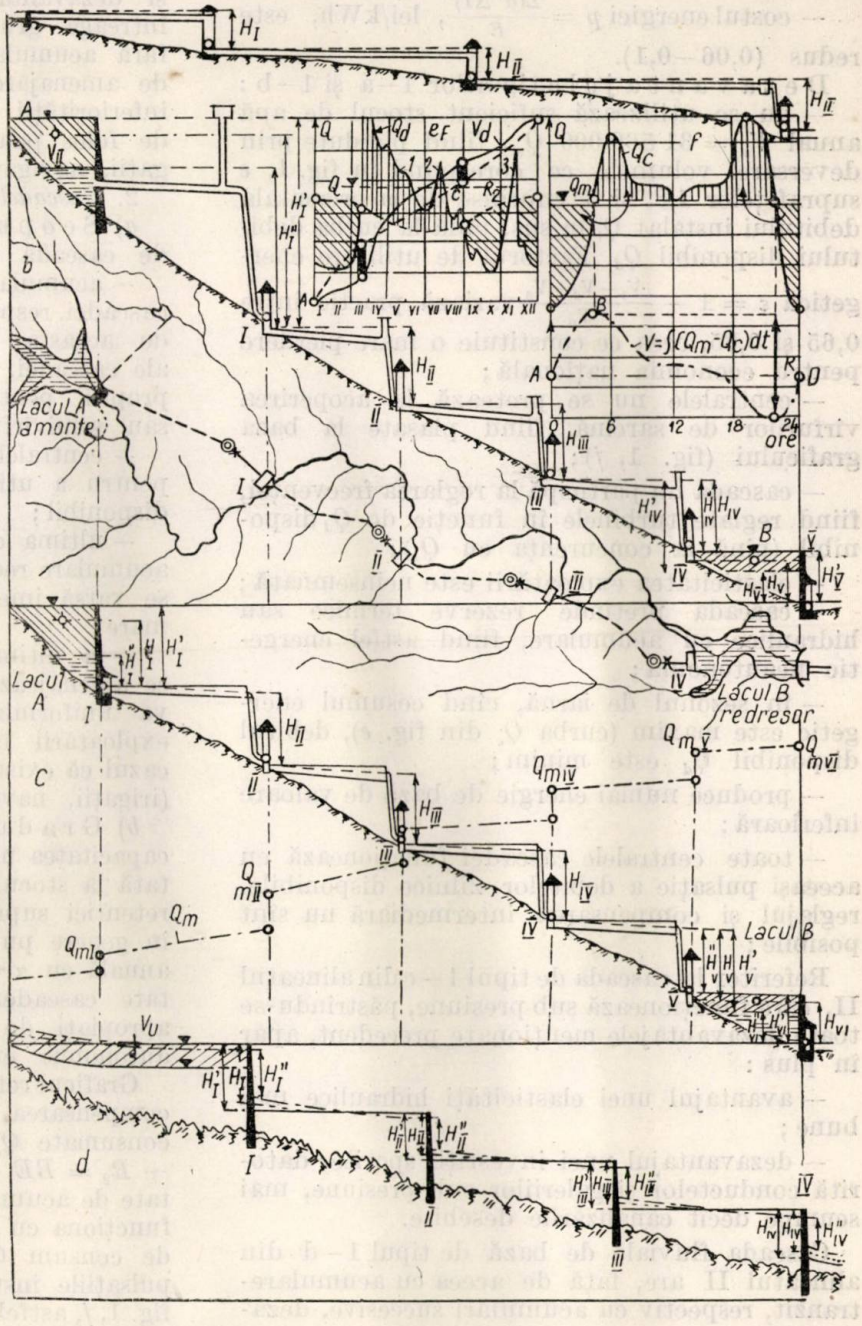


Fig. 1

a — cascade pe firul apei; *b* — cascade cu acumulare-tranzit de tipul sub presiune; *c* — idem cu liberă scurgere; *d* — cascada fluvială cu acumulare tranzit: *e* — retenția anuală; *f* — retenția zilnică.

III. Considerații asupra cascadelor hidroenergetice

1. *Cascadele pe firul apei.* Referitor la cascadele pe firul apei, fără nici o acumulare, reamintim avantajele și dezavantajele generale, ca și acele ale fiecărui subtip în parte.

— canalizările fiind de liberă scurgere se execută sub forma de canale de coastă, deci ca lucrări simple și ieftine;

— supraechiparea fiind mică (puterea instalată $P_i = k_i\ P_m$ egală sau puțin peste cea medie

anuală P_m) se reduce costul echipamentelor, sporind simultan orele de utilizare;

— investiția specifică $i = I/P_i$ este redusă (5 000—10 000 lei pe kW — instalat), la fel este redus $e = I/E$, în lei investiție pe kWh și an;

— costul energiei $p = \frac{\Sigma(a\ \Delta I)}{E}$, lei/kWh, este redus (0,06—0,1).

Dezavantajele tipurilor 1—a și 1—b:

— nu se utilizează suficient stocul de apă anual $V_a = 31\ 560\ 000\ Q_m$, fiind pierdute prin deversare volumele ce corespund în fig. 1, *e* suprafețelor *1,2*, și *3*, cuprinse de la orizontala debitului instalat Q_i în sus, pînă la curba debitului disponibil Q_d. Factorul de utilizare energetică $\varepsilon = 1 - \frac{V_1+V_2+V_3}{V_a}$ variază practic între 0,65 și 0,85, ceea ce constituie o mare pierdere pentru economia națională;

— centralele nu se pretează la acoperirea vîrfurilor de sarcină, fiind plasate la baza graficului (fig. 1, *f*);

— cascada nu participă la reglarea frecvenței, fiind reglate turbinele în funcție de Q_d disponibil (pînă la concurența cu Q_i);

— elasticitatea exploatării este neînsemnată;

— cascada pretinde rezerve termice sau hidraulice cu acumulare, fiind astfel energetic neautonomă;

— în sezonul de iarnă, cînd cosumul energetic este maxim (curba Q_c din fig. *e*), debitul disponibil Q_d este minim;

— produce numai energie de bază de valoare inferioară;

— toate centralele cascadei funcționează cu aceeași pulsație a debitelor zilnice disponibile, reglajul și compensarea intermediară nu sînt posibile;

Referitor la cascada de tipul 1—c din alineatul II, care funcționează sub presiune, păstrîndu-se toate dezavantajele menționate precedent, apar în plus:

— avantajul unei elasticități hidraulice mai bune;

— dezavantajul unei investiții sporite, datorită conductelor și galeriilor sub presiune, mai scumpe decît canalizările deschise.

Cascada fluvială de bază de tipul 1—d din alineatul II are, față de aceea cu acumulare-tranzit, respectiv cu acumulări succesive, dezavantajele:

— cascada conține numai uzini de bază, care pretind rezerve de putere importante în alte centrale ale sistemului energetic;

— produc energie nepermanentă și de valoare redusă;

— elasticitatea exploatării este mică;

— utilizează insuficient stocul anual, constituind o risipă energetică;

— grupurile electrogene se exploatează mai puțin elastic și cu randamente scăzute la regimul sarcinilor reduse;

— nu prezintă nici un avantaj pentru centralele termoelectrice.

În concluzie ținînd seama de avantajele și dezavantajele enumerate, se constată că întreaga grupă a cascadelor pe firul apei, fără acumulare, trebuie evitate în planurile de amenajare complexă a apelor, din cauza inferiorității lor energetice și fiindcă nu sînt de folos pentru alte utilizări hidraulice (irigații, navigație, alimentări cu apă și altele).

2. *Cascadele cu acumulare-tranzit*

a) Scopurile urmărite la acest tip de cascadă sînt:

— acumularea proprie a primei centrale a cascadei, respectiv toate acumulările din amonte de aceasta vor servi centralelor succesive ale cascadei, spre aval, care nu au acumulări proprii, pentru a putea funcționa la vîrful sau semivîrful graficului de sarcină;

— centralele cascadei se supraechipează, pentru a utiliza mai complet stocul de apă disponibil;

— ultima centrală a cascadei poate fi fără acumulare redresoare, în cazul că rîul respectiv se varsă imediat într-un fluviu mare sau în mare;

— la ultima centrală sau aval de aceasta se amenajează un lac redresor hidraulic, care va uniformiza debitele pulsatorii datorită exploatării în scopuri energetice, numai în cazul că există alte folosințe hidraulice în aval (irigații, navigație, alimentări cu apă).

b) Gradul acumulării depinde de capacitatea utilă a lacurilor amonte V_u, raportată la stocul anual V_a definit anterior. Cazul retenției supraanuale se întîlnește rar și este în genere puțin economic, în schimb retenția anuală cu $\alpha = V_u/V_a > 0{,}3$ dă o bună elasticitate cascadei, cel puțin în anii hidrologici apropiați de cel normal, rezultînd astfel o autonomie energetică a cascadei.

Graficul retenției din fig. 1, *e* arată că, pentru compensarea debitelor disponibile Q_d cu cele consumate Q_c, este necesară o retenție $R_1 + R_2 = BE + CF$ și dacă dispune de o capacitate de acumulare $V_c \geqslant R_1 + R_2$, cascada poate funcționa cu debitele zilnice medii după curba de consum Q_c. În fiecare zi se mai produc pulsațiile instantanee, după graficul orar din fig. 1, *f*, astfel ca Q_m să corespundă cu Q_c din fig. 1, *e*, care pretind R — zilnic calculat prin

$$V = \int (Q_m - Q_c)\, dt,$$

cum arată fig. 1, *f*.

În cazul cînd condițiile naturale nu permit realizarea lacului cu retenție anuală, ne mulțumim cu una sezonieră sau la nevoie zilnic orară, care poate fi realizată pe aproape toate

rîurile. În ultimul caz este necesară o acumulare $V_{az} = R \leqslant 60\,000\ Q_m$ foarte mică pe rîurile interioare, de ex. la cascada aval de Bicaz 3 mil m³, la cea pe Argeşul superior 0,5 mil m³. La cascadele fluviale V_{az} este mai mare, de ex. la Porţile de Fier ar fi necesară retenţia zilnică de 300 mil m³, care, la lacul cu suprafaţa de 170 km², ar reprezenta o pulsaţie mică a nivelului cu 1,77 m (sub 6% din cădere).

c) C o n d i ţ i i d e f u n c ţ i o n a r e a c a s c a d e i. O cascadă cu acumulare-tranzit funcţionează în condiţii hidraulice şi energetice optime dacă se au în vedere următoarele caracteristici:

— lanţul cascadei să fie continuu, cum arată fig. 1, *a-d*, adică să nu rămînă sectoare intermediare neamenajate;

— cascada să funcţioneze la regimul nepermanent al debitelor consumate de centralele în lanţ „*hidraulic-sincron*". Numai temporar, în faza amenajării în etape, cînd există una sau mai multe trepte intermediare, neexecutate, se permite exploatarea provizorie cu „*regim-pulsator*", care este mai puţin elastic, datorită decalajului de timp al sosirii pulsaţiilor, date de lacul amonte, la fiecare centrală din lanţ;

— căderile instalate H_i (dacă este posibil şi cele medii H_m) să fie la toate treptele cascadei identice, în care caz echipamentele (turbine-generatori-transformatori) vor fi identice şi mai economice. Creşterea debitului instalat spre aval, prin captarea debitelor suplimentare ale lanţului, se satisface prin numărul de agregate crescător, de ex. dacă la centrala *I* (fig. 1, *b-c*) avem 2 agregate, mai jos creşte numărul la 3, 4 şi 5 agregate.

— pentru a reduce decalajul undelor de debit la ordinul a cîtorva zeci de minute pe cascadă, este util a se aplica schema fig. 1, *b*, cu derivaţii sub presiune, care pornesc de la fiecare ieşire din centrală spre următoarea, introducînd-se debitul suplimentar captat în aval de o centrală, sub presiune în următoarea derivaţie;

— la schema cu canalizări de scurgere liberă (fig. 1, *c*), să nu fie intercalate între trepte sectoare neamenajate, chiar dacă sînt scurte, putînd fi astfel menţinut decalajul la circa 1 – 2 ore. Orice întrerupere a continuităţii canalizaţiilor lanţului conduce la decalaje de multe ore (la rîuri lungi, chiar de zile);

— la scheme fluviale (fig. 1, *d*), remuul cozii lacurilor să acopere suficient ieşirea din turbinele centralei amonte, pentru a se obţine pe de o parte pescajul necesar navigaţiei, pe de altă parte pentru a putea funcţiona cascadele în mod hidraulic-sincron;

— acumularea minimă amonte (V_a) trebuie să fie cel puţin cea zilnică şi dacă este posibil să se treacă la retenţia sezonieră sau chiar anuală;

— în aval de ultima treaptă energetică (ex. *V* în fig. 1, *b* sau *VI* în fig. 1, *c*), se impune un lac redresor, care în timpul unei zile compensează Q_c variabil (fig. 1, *f*) la Q_m = constant, necesar folosinţelor complexe din aval.

3. *Cascada cu acumulări succesive*

Introducînd în cascada din fig. 1, *b*, la ieşirea din fiecare centrală, cîte un lac tampon cu retenţie cel puţin zilnică, se obţin *avantajele*:

— o exploatare perfect elastică a întregii cascade ca şi a fiecărei centrale în parte, încadrîndu-se la vîrful graficului de consum;

— creşte debitul instalat şi puterea asigurată;

— sporeşte energia produsă, prin compensaţii intermediare a debitelor captate suplimentar spre aval şi prin evitarea deversărilor între trepte;

— crescînd coeficientul de utilizare ε, definit mai sus, scade preţul de cost al energiei produse;

— nu mai există decalaje la funcţionarea cu sarcini variabile;

— sistemul permite reglarea frecvenţei în reţea.

În schimb cresc investiţiile prin construirea numeroaselor baraje cu lacuri intermediare.

4. *Comparaţia cascadelor*

Comparînd cele trei tipuri de cascade, pe baza consideraţiilor tehnice şi economice precedente, putem trage următoarele concluzii:

a) c a s c a d a f ă r ă a c u m u l ă r i, deşi este simplă şi pretinde investiţii reduse, trebuie eliminată din planurile de amenajare complexă a bazinelor hidrografice fiind o soluţie energetic inferioară.

b) c a s c a d a cu a c u m u l a r e - t r a n z i t, deşi pretinde investiţii ceva mai mari decît cea precedentă, datorită lacului amonte şi celui redresor din aval, ea permite o exploatare sincronă elastică şi de vîrf, producînd mai multă energie în ansamblu şi mai multă energie de vîrf.

c) c a s c a d a cu a c u m u l ă r i s u c c e s i v e, deşi reprezintă soluţia energetică optimă, conduce la scumpirea energiei, aşa că aplicarea ei trebuie justificată de la caz la caz.

IV. Probleme tehnice speciale în legătură cu cascadele cu acumulare-tranzit

Din cele expuse mai sus rezultă că la amenajarea sectoarelor mijlocii şi inferioare ale rîurilor noastre, trebuie analizată îndeaproape aplicarea cascadei cu acumulare-tranzit. Aceasta reprezintă în general soluţia optimă din punct de vedere tehnic şi economic, bineînţeles fără a elimina în studiul comparativ cascada cu acumulări succesive.

1. *Cîteva constatări făcute la exploatarea cascadelor cu acumulare-tranzit*

Din experiența dobîndită la cascadele cu acumulare-tranzit, realizate în diferite țări în ultimele trei decenii, se constată următoarele:

a) Exploatarea optimă este aceea de vîrf, la care toate centralele funcționează hidraulic-sincron. Numai provizoriu se poate admite exploatarea pulsatorie.

b) Căderile treptelor să fie, cît mai riguros posibil, egale și cît mai mari. Investițiile și prețul de cost al energiei scad o dată cu sporirea căderilor unitare. Bineînțeles că în sus căderile sînt limitate de condițiile de inundare, încă economică, a terenurilor și obiectelor.

c) Lacul redresor din aval dă cascadei o autonomie energetică, deoarece satisface folosințele hidraulice din aval fără restricții în planul exploatării hidroenergetice.

d) Reglajul agregatelor întregii cascade să se facă în funcție de debitele disponibile, cît mai mult în orele de vîrf de consum, în funcție de coeficientul de acumulare α al treptei superioare. Numai în cazuri speciale se combină reglajul și cu acela al frecvenței.

e) Cascadele cu acumulare-tranzit se pretează în anumite ore de consum redus la ameliorarea factorului de putere.

f) Debitul instalat în centralele cascadei este acela asigurat 70 la 90 zile pe an, deci considerabil mai mare decît debitul mediu.

g) Tipizarea căderilor conduce la agregate (turbină-generator-transformator și echipamente) tipizate, ceea ce reduce simțitor investiția totală.

h) De mare însemnătate pentru exploatarea cît mai perfectă este organizarea rețelei hidrometeorologice din bazin, cu telecomenzi spre centrala dispecer a cascadei.

i) Automatizarea totală a cascadei, telecomandate de la dispecerul cascadei este foarte economică.

j) Aplicarea parțială sau totală a transformatoarelor hidroenergetice, cu pomparea apei în orele de consum redus, spre lacul superior.

2. *În calculele economice se ține seama de valența energiei de vîrf*

Notînd prețul de cost al energiei de bază, la 24 ore de utilizare pe zi, cu p_b și cu p al energiei de vîrf la t ore/zi, obținem din datele medii din mai multe țări :

$t\ \frac{\text{ore}}{\text{zi}}$	4	6	8	10	12	16	20	24
p/p_b	2,5	2	1,75	1,55	1,4	1,2	1,05	1

Dacă p_b corespunde costului energiei de noapte, care la circa 3 000 kcal/kWh consum în regim scăzut de noapte la termocentrale reprezintă circa 8 bani/kWh, vedem că exploatării cu vîrful de 4 ore îi corespunde $p = 20$ bani /kWh. Prin diferențierea prețului de cost al energiei se poate justifica cascada optimă.

3. *Decalajul pulsațiilor debitului și pierderi*

La cascadele cu canalizații sub presiune decalajul de timp pentru o treaptă a cascadei $T = t_0 + \frac{\Sigma(Lv)}{g\,H_0}(s)$, se calculează cu t_0 — durata creșterii nivelului cu Δh în canalul sub turbine (pînă la intrarea sub presiune în conducta sau galeria următoare) și cu timpul de pornire al conductelor sub presiune, compus din însumarea lui Lv, pe diferitele tronsoane, cu diametre și viteze v diferite, la căderea statică a centralei H_0.

La cascadele cu canale de scurgere liberă se produc următoarele pierderi de cădere :

— statice h_s prin umplerea și golirea parțială a biefurilor amonte și aval;

— permanente, prin pierderile de sarcină h_r la regim permanent;

— nepermanente datorită propagării undei spre aval și amonte h_u.

Primele două pierderi se calculează la proiectare ușor, după ecuații cunoscute în hidraulică, a treia se calculează din aproape în aproape.

Notînd cu Δh înălțimea undei (+de umplere și — de golire) la canalul dreptunghic cu secțiunea S, lățimea b și viteza inițială v_0 avem viteza de propagare a undei :

$$v \simeq v_0 \pm \sqrt{g\left(\frac{S}{b} + 1{,}5\,\Delta h\right)},\ \text{cu}\ \Delta h = \frac{\Delta Q}{vb}\ .$$

Semnul (+) se referă la unda pozitivă și (—) la cea negativă de golire, cu ΔQ. Combinînd cele două ecuații, obținem

$$v^3 - 2v_0\,v^2 + v\left(v_0^2 - \frac{g}{b}S\right) - 1{,}5\frac{g}{b}\Delta Q = 0$$

care dă viteza v — căutată.

Pierderea de cădere h_u, datorită undei, ca și semiperioada t_u, se calculează aproximativ din :

$$h_u \sim 0{,}32\ \Delta Q\left(\frac{1}{\sqrt{S_{av}\ b_{av}}} + \frac{1}{\sqrt{S_{am}\ b_{am}}}\right);$$

$$t_u \sim \frac{0{,}61}{i}\left(\sqrt{\frac{S_{av}}{b_{av}}} - \sqrt{\frac{S_{am}}{b_{am}}}\right)$$

cu i — panta hidraulică a canalului, S — secțiunea, b — lățimea la nivelul apei în canal, cu indicii am = amonte și av = aval la cele două capete ale canalului de aducțiune a unei centrale.

Calculele efectuate cu adîncimi de apă de 3—4 m, $i = 1$ la 2 la mie, lungimi de canal de 4—6 km și $\Delta Q = 2Q_m$, de către dr. ing. K. Kopecki (Wirtschaftlichkeit der Durchlaufspeicherung, Raport C2 la conferința de turbine Brno 1958) arată valorile : $t_u = 600$ —900 s, $h_u = 0{,}3$ m, $v = 5$—8 m/s la unda

pozitivă şi 4—7 m/s la cea negativă, amplitudinea undei 0,5 m.

Socotind pierderile energetice medii totale ale unei cascade, datorită celor 3 pierderi enumerate mai sus, se obţin astfel : $\frac{E_s}{E} = 0{,}5 \ldots 0{,}7\,\%$; $\frac{E_r}{E} = 3{,}5 \ldots 4\,\%$ şi $\frac{E_u}{E} = 0{,}1 \ldots 0{,}3\,\%$ deci total $\frac{1}{E}(E_s + E_r + E_u) = 4{,}1$ la $5{,}0\,\%$ din energia totală E kWh/an a cascadei. Se observă că faţă de pierderile de sarcină, cele statice şi datorită undelor sînt neglijabile şi la studii preliminare pot fi estimate printr-un adaos de 17 la 25% la pierderile de sarcină permanente.

4. *Echipamentele hidromecanice*

Prima şi ultima treaptă a cascadei (*I* şi *VI* în fig. 1, *c*), avînd căderi variabile, este util să funcţioneze :

— în cazul căderilor mici şi debitelor mari, cu turbine Kaplan ;

— în cazul căderilor mari, cu turbine Pelton.

Treptele intermediare, de ex. *II* la *V* în schema fig. 1, *c*, pot fi echipate la căderi mici cu turbine propeler, cu simplu reglaj, mai ieftine decît cele Kaplan.

Deşi orele de utilizare pe zi a cascadei cu acumulare-tranzit sînt mai reduse decît la cascade pure pe firul apei, primele funcţionează tot anul cu sarcini mari, de aceea durata disponibilă reviziilor este mai redusă la acumularea-tranzit, ceea ce constituie un dezavantaj pentru reparaţii. De aceea la aceste cascade echipamentele trebuie să fie mai perfecţionate, mai robuste şi construite din oţeluri mai bune decît acele ale cascadelor pe firul apei.

Reglajul cascadei trebuie automatizat pentru a obţine căderi mai mari, randamente mai bune la turbine şi pierderi de remuu mai mici. Completa automatizare se răscumpără în circa 4 ani, cum au dovedit cascadele cu acumulare-tranzit realizate pînă acum.

La sfîrşit trebuie menţionat că la reparaţiile capitale ale centralelor vechi pe firul apei este util a se trece la transformarea lor într-o cascadă cu acumulare-tranzit.

621.311.22 : 662.542.004

Din experienţa noastră de creare şi menţinere a depozitului de lignit la CTE Doiceşti

M. KRAFT — Doiceşti*)

Datele prezentate şi concluziile la care se ajunge în articol provin din experienţa de cinci ani de zile asupra exploatării mecanizate a primului mare depozit de lignit de la o CTE la noi în ţară, confruntate cu elemente obţinute din practica unor exploatări de centrale termoelectrice din U.R.S.S.

Problema, la nivelul prezentat, este nouă pentru marile centrale termoelectrice din R.P.R. şi are foarte multe caractere specifice în funcţie de instalaţiile centralei, sortul de cărbune folosit şi poziţia centralei faţă de sursa de combustibil. Pentru a putea veni cu elemente cît mai generale şi izvorîte din practica a cît mai numeroase exploatări de depozite de cărbune, redacţia revistei Energetica invită pe tehnicienii cu experienţă în acest domeniu să completeze şi să răspundă articolului tov. ing. Kraft, aducînd astfel date specifice cazurilor concrete şi metodelor folosite la depozitele de cărbuni pe care le cunosc.

CTE Doiceşti este un mare consumator de lignit şi amenajarea depozitului de cărbune la această centrală a fost o problemă importantă de rezolvat, mai ales după ce în 1952 s-a autoaprins o cantitate însemnată de cărbune, provocînd pagube serioase.

În prezentul articol expunem pe scurt unele concluzii practice la care ne-au condus rezultatele experienţei şi încercărilor făcute timp de cîţiva ani la CTE Doiceşti — în această problemă.

I. *Terenul* pe care se amenajează depozitul de cărbune nu trebuie să fie betonat sau acoperit cu cărămidă în mod special. Pavarea cu cărămidă va fi distrusă în cazul cînd se lucrează în depozit cu buldozer sau screper. Este suficient ca acest teren să fie curăţat şi apoi bine tasat cu ajutorul unui tractor şi cu tăvăluci care să asigure o presiune de 4—6 t/m². Este indicat ca terenul depozitului să aibă o pantă de 4—5%, spre canalul de strîngere a apelor. Lipsa acestei pante nu prezintă inconveniente deosebite dacă se creează un depozit cu stive înalte şi cărbunele este bine îndesat. Suprafaţa terenului efectiv de depozitare trebuie calculată ţinînd cont de următoarele date :

a) Înălţimea stivelor (sau a stivei compacte) să fie de 6—9 m în funcţie de felul mecanismelor utilizate pentru amenajare şi manipulare (screper, pod rulant-greifer, greifer electric sau buldozer).

* *M. Kraft* este inginer şef al Termocentralei Doiceşti.

b) Densitatea cărbunelui din stivă 1,15—1,20 t/m³ (la o granulație de 0—30 mm a cărbunelui).

În cazul CTE Doicești, depozitul deservit de screpere este amenajat ca în fig. 1.

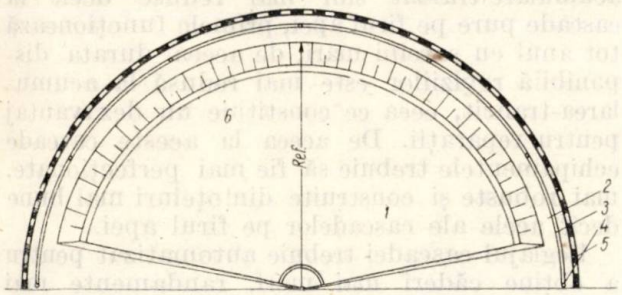


Fig. 1:

1 — depozitul efectiv; *2* — fișie de 3—4 m lărgime pentru circulația buldozerelor și pentru culegerea zăpezii; *3* — canalul circular de colectare a apelor; *4* — guri de canalizare, cu legătură spre canalizarea generală; *5* — linia ferată a screperului; *6* — sonde pentru măsurarea temperaturii cărbunelui din stivă; *7* — canale pentru scurgerea apelor din ploaie.

II. *Stocul de cărbune* în depozit se recomandă să fie menținut pentru o rezervă de 20 zile calendaristice, cînd minele furnizoare sînt la distanțe sub 50 km și pentru o rezervă de 30 zile calendaristice cînd minele furnizoare sînt la distanțe între 50—150 km. Chiar și în perioadele grele de înzăpezire din anii 1954 și 1956, nu s-au întîmplat întreruperi totale în alimentarea cu cărbune de la mine — mai mari de 8—10 zile — și scăderi de producție cu 20—50% ale minelor, mai mult de 10—15 zile.

Stocarea unor cantități mai mari de cărbune reclamă cheltuieli și teritorii în plus, de asemenea blochează fonduri circulante însemnate ale întreprinderii.

III. *Dimensiunile stivelor* nu trebuie limitate la valori mici. Experiența ne-a arătat că amenajarea cărbunelui lignit în stive nebătătorite, oricît de mici, respectîndu-se celelalte condiții ca: granulație și sorturi pe mine, nu ferește cărbunele de autoaprindere și degradare rapidă.

Ideea amenajării cărbunelui în stive mari, înalte și bătătorite, noi am împrumutat-o de la o centrală termoelectrică din regiunea Moscova, în 1952.

Stivele pot atinge valori de 50 000—60 000 t. Noi am creat o stivă de 50 000 t în 1955, 65 000 t în 1956 și una de peste 90 000 t în 1957.

În privința înălțimii depozitului, am realizat stive cu înălțimea de 6,5—7 m, fără deficiențe. N-am făcut stive mai înalte în primul rînd datorită lipsei utilajului de manevrare. În literatura sovietică s-a publicat un material care arată că la o centrală electrică, stiva amenajată bine atinge înălțimea de 25 m.

IV. În legătură cu *modul de amenajare a stivelor*, prezentăm mai jos concluziile în baza încercărilor efectuate în anii 1954—1956.

a) Stivele trebuie amenajate pe cît posibil cînd nu sînt precipitații atmosferice.

b) Granulația să fie de 30—40 mm, ca fiind optimă, spre a putea îndesa mai bine cărbunele pentru evitarea oxidării lui.

c) Amenajarea pe sorturi nu s-a dovedit a fi necesară și realizarea acestei condiții nici n-a fost posibilă din motive practice.

d) Cărbunele în stivă trebuie amenajat în așa fel, încît să rămînă cît mai puțin timp expus intemperiilor atmosferice; adică se amenajează o fișie lungă de 90—100 m (în funcție de dimensiunile depozitului), lată de 6—8 m și se ridică apoi la înălțimea corespunzătoare, stabilită în funcție de condițiile locale ale depozitului, 6—8 m. La fiecare 1—1,5 m din stivă, se bătătorește cărbunele cu tractorul și tăvălugul, asigurîndu-se o presiune de circa 3—5 t/m². (Aceste date sînt bazate pe încercări practice de a îndesa mai bine cărbunele ca să nu fie aer pentru oxidare și să nu se fărîmițeze totuși prea mult cărbunele, spre a nu mări suprafața de oxidare). Numai după ce s-a amenajat o asemenea fișie de aproximativ 100 × 6 × 6 m, se continuă amenajarea în lățime.

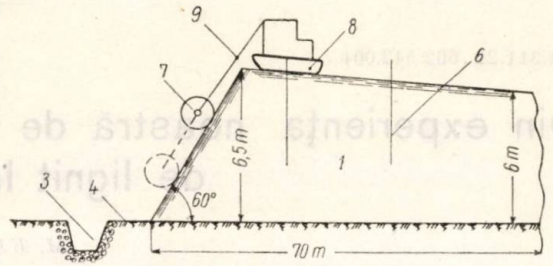


Fig. 2.

e) De la început, marginile stivelor (sau ale stivei) trebuie bine tasate și create pantele de scurgere. Panta este indicat să fie de circa 60—70° (vezi fig. 2). Autoaprinderea începe de obicei la cărbunele din pantă.

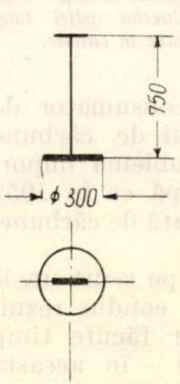


Fig. 3. Mai pentru îndesarea manuală a cărbunelui din panta stivei

Bătătorirea pantei se poate face manual, cu maiul, și mecanizat, cu ajutorul tractorului (vezi fig. 2 și fig. 3).

În cazul cînd bătătorirea cărbunelui în depozit se face cu tractorul, se recomandă a se stabili un singur drum de acces, pentru a preveni formarea diferitelor canale.

f) Forma depozitului trebuie astfel alcătuită, încît apele ploilor să fie scurse prin canale dinainte fixate (vezi fig. 1 și fig. 4).

g) Paralel cu formarea depozitului pe fișii (vezi pct. IV d) trebuie începută acoperirea depozitului cu un strat de bitum sau cu hîrtie înmuiată în bitum.

V. *Cîteva precizări în legătură cu acoperirea cu bitum a cărbunelui din depozit.* În ultimii doi ani am executat încercări de acoperire cu bitum a unei stive de 50 000 t. În raport cu depozitul neacoperit cu bitum, dar tot bine

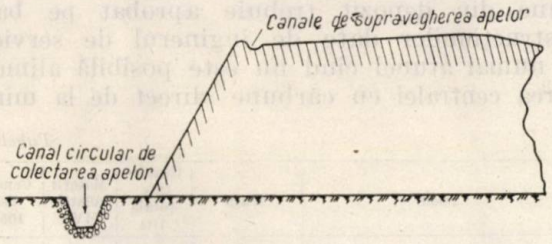


Fig. 4.

tasat, acoperirea cu bitum prezintă următoarele avantaje :

a) Este eliminată aproape cu desăvîrșire pătrunderea apei din ploi și zăpezi în cărbune.

b) Curățirea depozitului de zăpadă se face cu mai puține forțe, mai ușor și mai repede.

c) Se poate asigura centrala în orice moment cu cărbune uscat (avînd umiditatea corespunzătoare de la depozitare).

Singurul dezavantaj, *aparent*, îl prezintă cheltuielile suplimentare (bitumul și costul manoperei de turnare).

Dacă s-ar pune numai problema prevenirii autoaprinderii cărbunelui, atunci acoperirea cu bitum a depozitului ar fi inutilă, deoarece o dată ce cărbunele a fost bine bătătorit, în cazul nostru, temperatura cărbunelui la orice nivel, măsurată în condițiile cele mai nefavorabile, nu întrece 35°C. În afară de problema prevenirii autoaprinderii, se pune problema asigurării unei rezerve de cărbune care să fie utilizabilă în condițiile grele de toamnă și iarnă (de ploi masive și ninsoare abundentă), cărbune a cărui umiditate să nu depășească măcar valorile avute la depozitare, fiindcă fiecare procent de umiditate în plus înseamnă crearea unor greutăți enorme în transportarea cărbunelui pe tot traseul său pînă la focarul cazanului. Aceste greutăți, adică : blocarea benzilor transportoare, concasoarelor, a jgheaburilor și buncărelor, pot să ducă la scăderea masivă a puterii pe centrală și la imposibilitatea realizării planului de producție a energiei electrice, de asemenea are loc o creștere a consumului propriu de energie electrică pentru că instalațiile de transport și măcinare lucrează aproape în gol mare parte din timp. S-a încercat evacuarea stratului superior de cărbune umezit. Cheltuielile de materiale și mai ales de forțe umane au întrecut considerabil pe cele efectuate pentru acoperirea depozitului cu bitum.

În colaborare cu Institutul de cercetări cărbune, s-a studiat posibilitatea creării unor stive nebătătorite și acoperite cu bitum. Amenajarea unor asemenea stive ne-ar feri inițial de autoaprinderea cărbunelui în masă. S-ar realiza anumite economii pentru că nu s-ar bătători cărbunele. Cheltuielile de întreținere a acoperișului de bitum, care crapă cu timpul, ar reduce cea mai mare parte din economiile realizate mai sus. Ceea ce este mai important în acest caz este că nu s-ar putea asigura centrala cu un cărbune mai puțin umezit de precipitațiile atmosferice și ar cere mereu deschiderea depozitului pentru alimentarea centralei ; iar în cazul cînd nu s-ar lua măsuri imediate pentru închiderea gurilor de atac ale aerului într-un timp scurt, s-ar favoriza autoaprinderea cărbunelui. În concluzie noi n-am recomanda crearea unor asemenea stive.

Spre a micșora cheltuielile și a crește productivitatea la acoperirea depozitului cu bitum, în anul 1956 am încercat o nouă măsură. În loc să acoperim numai cu bitum, am acoperit depozitul bine amenajat cu hîrtie impregnată în bitum. Se ia hîrtia cerată tip D, sau hîrtia de ambalaj tip A, sau hîrtia obținută din sacii de transport pentru sare sau ciment și se înmoaie într-un vas cu bitum topit. Hîrtia astfel impregnată cu bitum se așterne pe cărbune (este similar unui acoperiș din carton asfaltat). Pentru o mai bună acoperire cu bitum, cu ajutorul bidinelei se ung din nou cu bitum locurile mai puțin impregnate. Folosind asemenea metode de lucru, am obținut o economie de circa 3 kg/ m² bitum, viteza de acoperire crescînd aproape de două ori. Probele făcute cu sistemul acesta de acoperire (cu hîrtia impregnată în bitum) au dat rezultate bune, rezistînd bine la ploile torențiale care au avut loc în cursul lunilor iunie-iulie 1956 și în 1957, asigurîndu-se o rezervă satisfăcătoare de cărbune.

VI. *Pentru asigurarea centralei cu cărbune corespunzător*, pentru cazurile cînd datorită intemperiilor atmosferice este împiedicată alimentarea directă a centralei cu cărbune de la mine, s-a studiat posibilitatea creării unui depozit acoperit cu o construcție specială metalică, sau din beton. Această soluție a fost respinsă, pentru că nu reușea să acopere mai mult de 10—15% din rezerva totală, construcția ar fi fost greoaie și costisitoare, iar manevrarea cărbunelui în acest depozit acoperit ar fi fost grea și scumpă.

Ca o rezervă, a fost experimentată și următoarea soluție. S-a creat o stivă specială de deșeuri din cărbune superior (5 000—5 500 kcal/kg), praf de antracit de la mina Cîlnic-Trustul Anina. Nici această soluție n-a dat rezultate, întrucît praful umezit de ploaie și zăpadă se transformă într-o masă extrem de lipicioasă care înfundă și blochează traseul de transport și măcinare, mai mult decît lignitul.

VII. *Condițiile pentru menținerea satisfăcătoare* a depozitului trebuie create încă în perioada de amenajare. O dată ce cărbunele

a fost bine bătătorit, temperatura lui nu va crește peste 25—30°C. Sondele înfipte la distanță de 20—30 m slujesc controlului periodic al temperaturii, care se face o dată la 5 zile.

Periodic — o dată pe săptămînă — și după ploi mari, trebuie controlat învelișul de bitum sau de hîrtie bituminată și reparat la nevoie. În mod deosebit, trebuie acordată atenție menținerii canalelor de scurgere a apei și de batere cu maiul metalic a taluzelor predispuse dezagregării (închiderea gurilor de pătrundere a aerului). Această muncă se încredințează unui șef de tură care în orele de completare gospodărește acest sector al secției combustibil.

Iarna, la depuneri de zăpadă mai mari de 10—15 cm, trebuie curățat depozitul spre a-l face utilizabil în orice moment. Curățenia se poate face manual cu lopata de lemn sau cu plugul de lemn tras de cablurile screperului.

Trebuie evitată pe cît posibil atacarea depozitului cînd există condiții normale de alimentare a centralei cu cărbune direct de la mine. Manevrarea cărbunelui în asemenea situații nu aduce decît cheltuieli suplimentare și micșorează rezerva imediat utilizabilă de cărbune. De asemenea, slăbește rezerva instalațiilor de transport și măcinare.

VII. *Timpul de menținere a depozitului.* Un depozit creat în așa fel încît să respecte prezentele indicații rezistă nu numai 1—2 luni, ci 12—14 luni. Se poate prevedea menținerea depozitului astfel amenajat un timp și mai îndelungat, și anume pentru 2—3 ani, ceea ce înseamnă pentru cazul nostru o economie de cîteva sute de mii de lei pe an.

Din tabela 1 se vede că menținerea mai îndelungată a cărbunelui în depozitul bine amenajat nu duce la creșterea serioasă a conținutului de cenușă și nici la o creștere a umidității cărbunelui.

IX. *Utilizarea depozitului.* Consumul de cărbune din depozit trebuie aprobat pe baza instrucțiunilor date de inginerul de serviciu și numai atunci cînd nu este posibilă alimentarea centralei cu cărbune direct de la mine.

Tabela 1

Locul	Data	Umiditate totală Utl	Materii volatile MVA	Cenușă la 105°C
Cărbune proaspăt de la mina Șotînga		35,03	52,56	36,17
Colectat la	5.XI.1956			
Cărbune proaspăt de la mina Mărgineanca		32,89	51,50	40,55
Colectat la	5.XI.1956			
Cărbune din ambele mine după 6 luni de depozitare în depozitul centralei		28,91	52,15	41,97
Colectat la	5.XI.1956			

În acest caz, și la amenajare, trebuie consumat cărbunele din depozit numai pe fișii. Adică o fișie să asigure cel mult consumul pe o zi, spre a avea cît mai puține pierderi de rezervă în cazul cînd ar ploua sau ar ninge.

În cazul cînd datorită anumitor condiții s-a deschis pentru moment o fișie mai lungă din depozit, cu prima ocazie trebuie din nou închisă cu cărbune proaspăt. În felul acesta se salvează rezerva de cărbune din partea „atacată" a depozitului.

621.311.1. (47)

ENERGETICA PESTE HOTARE

Probleme ale perspectivei dezvoltării energeticii industriale în U.R.S.S.

Consiliul tehnic interdepartamental de experți ce funcționează pe lîngă Inspecția de Stat pentru energetica industrială din Ministerul Centralelor Electrice U.R.S.S. a adoptat o serie de hotărîri importante în problema căilor de bază ale dezvoltării energeticii industriale în U.R.S.S. și ale proiectării și construcției de centrale electrice industriale pentru următorii șapte ani (1958—1965).

Aceste hotărîri sînt menite să asigure adoptarea unei politici unice de către Consiliile economice ale regiunilor U.R.S.S. în problemele energeticii industriale.

Liniile principale ale dezvoltării energeticii industriale în U.R.S.S. în următorii șapte ani au fost stabilite după cum urmează:

— sporirea continuă a gradului de înzestrare cu energie de toate felurile a industriei, în scopul reducerii prețului de cost al produselor și al micșorării consumului de manoperă;

— mecanizarea și electrificarea pe scară largă a proceselor grele de muncă;

— centralizarea alimentării întreprinderilor industriale cu căldură și energie electrică;

— automatizarea proceselor de producție;

— alegerea corectă a agenților energetici și utilizarea lor rațională;

— utilizarea pe scară largă a resurselor energetice secundare;

— introducerea de utilaje noi și modernizarea celor vechi în vederea obținerii de randamente mai ridicate;

— îmbunătățirea continuă a nivelului exploatării instalațiilor electrice și termice.

În vederea sporirii siguranței alimentării cu energie electrică a consumatorilor industriali, s-au stabilit o serie de măsuri dintre care reținem cele mai interesante pentru noi.

1. Să se continue introducerea tensiunii înalte la consumator și să se construiască stații

de puteri mai reduse apropiate de locul de consum în loc de staţii centrale de puteri mari, folosindu-se celule prefabricate de înaltă şi joasă tensiune.

2. Să se introducă în întreprinderile cu un consum foarte important de energie sisteme magistrale de distribuţie a energiei alcătuite din bare de înaltă tensiune (6,10 şi 35 kV).

3. În reţelele de distribuţie a energiei din incinta uzinelor să se introducă tensiunea înaltă (în special 20 şi 35 kV) pentru a se obţine sporirea capacităţii, reducerea pierderilor şi micşorarea numărului de trepte intermediare de transformare şi comutare.

4. Se recomandă simplificarea schemelor de comutaţie, construindu-se staţii cu sistem simplu de bare, staţii fără bare pe tensiunea primară sau secundară (scheme bloc: linie — transformator sau transformator — magistrală de joasă tensiune, scheme cu scurtcircuitori etc). De asemenea se recomandă utilizarea schemelor cu separatori de sarcină şi siguranţe de înaltă tensiune.

5. În materie de protecţie prin relee şi automatizări se preferă schemele simple cu alimentare în curent alternativ şi cu utilizarea de dispozitive de acţionare mecanice, cu contragreutate sau cu resort.

Se merge la folosirea largă a siguranţelor de înaltă tensiune, iar protecţia maximală de curent să se realizeze cu ajutorul releelor directe.

6. Se recomandă montarea în instalaţii de dispozitive de anclanşare automată a liniilor de rezervă, a barelor, motoarelor, cum şi reanclanşarea automată a liniilor şi barelor.

De asemenea se cere să se introducă peste tot — unde este posibil — autopornirea motoarelor electrice şi în primul rînd a motoarelor ce acţionează mecanisme importante.

7. Pentru a îmbunătăţi tensiunea la consumatori se propune utilizarea în toate treptele schemelor de alimentare cu energie electrică a reglajului tensiunii.

8. În măsura în care este economică, să se facă telemecanizarea punctelor de dispecer electroenergetic din uzine.

O atenţie deosebită a fost acordată problemelor economisirii energiei electrice şi termice.

S-a cerut ca conducătorii de întreprinderi industriale să fie obligaţi ca împreună cu energeticii şefi şi reprezentanţii Inspecţiei Energetice să elaboreze şi să aplice măsuri pentru folosirea resurselor energetice secundare şi reducerea maximă a consumului de abur viu, în acele procese în care poate fi înlocuit cu abur destins.

În acelaşi timp, s-a pus problema întăririi controlului asupra modului în care se utilizează resursele energetice secundare în industrie.

S-a arătat că prin măsuri simple de îmbunătăţire a exploatării cazanelor de abur se poate realiza o economie de combustibil de 10—15%.

S-a propus organizarea unui „Institut de energetică industrială" care să elaboreze măsuri de tehnică nouă, ce vor conduce la folosirea raţională a combustibililor şi resurselor energetice în întreprinderile industriale.

Dintre măsurile pntru economisirea energiei este util să enumerăm cele mai importante, care merită să fie examinate cu toată atenţia de către energeticii din industria noastră pentru a fi aplicate :

a) **Crearea de regimuri economice de exploatare**

1. Să se stabilească regimuri economice de exploatare a utilajului energetic avînd ca bază bilanţurile energetice ale întreprinderilor industriale.

2. Să se acorde o atenţie sporită eliminării pierderilor de aer comprimat, apă şi energie electrică.

3. Să se aleagă scheme raţionale de funcţionare pentru reţelele interioare, transformatoare şi reţelele exterioare ţinînd cont şi de utilajul de compensare, pentru a se obţine pierderi minime de energie electrică.

4. Să se stabilească regimuri optime de funcţionare pentru utilajul mare consumator de energie şi îndeosebi pentru cuptoarele electrice.

5. Să se automatizeze cuptoare electrice.

6. Să se urmărească cu strictеţe încărcarea deplină a cuptoarelor electrice.

7. Să se facă măsurătorile şi încercările profilactice necesare.

b) **Economisirea resurselor energetice secundare**

8. Utilizarea căldurii gazelor arse (de la cuptoarele Martin, instalaţiile tehnologice din rafinăriile de petrol, cuptoarele tehnologice din uzinele chimice, cuptoarele cu flacără din întreprinderile metalurgiei neferoase etc.) prin montare de cazane recuperatoare, preîncălzitoare de aer, economizoare, precum şi utilizarea căldurii apei de răcire şi a căldurii obţinute prin răcirea uscată a cocsului pentru producere de abur.

9. Utilizarea răcirii prin vaporizare care face posibilă folosirea unei mari cantităţi de căldură ce se pierdea în trecut şi reducerea consumului de apă de răcire la cuptoarele Martin, furnale şi cuptoarele adînci de la laminoare.

10. Introducerea receptoarelor cu temperaturi înalte pentru încălzirea aerului şi gazului pentru cuptoarele de la laminoare, ceea ce va spori economicitatea şi productivitatea cuptoarelor.

11. Montarea de turbine de recuperare pentru utilizarea presiunii suplimentare a aburului în instalaţiile de compresoare din fabricile de produse azotoase.

12. Sporirea presiunii gazului în furnale.

13. Montarea de turbine pe gaze pentru utilizarea presiunii suplimentare a gazului la furnalele mari.

14. Reducerea peste tot şi apoi renunţarea la folosirea aburului viu.

15. Introducerea largă a agenţilor termici cu temperaturi ridicate.

c) **Economisirea energiei electrice şi termice**

16. Folosirea largă a insuflării oxigenului în furnale şi cuptoare electrice pentru oţel.

17. Introducerea procedeului duplex la elaborarea oţelului în cuptoare electrice.

18. Trecerea la contacte de tipul pană în instalaţiile de electroliză.

19. Folosirea reglajului automat al intensităţii curentului în instalaţiile de electrolizi şi a schemelor de comutaţie pentru generarea de putere reactivă de către redresoarele cu mercur.

20. Înlocuirea grupurilor motor-generator cu un randament de 0,85—0,87 din instalaţiile de electroliză cu redresoare moderne şi economice.

21. Înlocuirea redresoarelor cu mercur cu randamente de 0,92 cu altele noi cu randament îmbunătăţit (0,95), cum şi cu redresoare cu semiconductori (randament 0,97—0,98) sau redresoare mecanice pentru electroliză (randament 0,96—0,98).

22. Acolo unde structura straturilor geologice permite să se treacă în minerit la exploatări de suprafaţă, ceea ce micşorează de 10 ori consumul de energie electrică.

23. Trecerea la 825V în loc de 230—270 V în instalaţiile de electroliză din industria chimică.

24. Trecerea coloanelor pentru sinteză din uzinele de îngrăşăminte minerale la regim autotermic în locul încălzitului electric.

25. Folosirea largă a motoarelor sincrone.

*

În domeniul proiectării şi construcţiei de centrale electrice industriale s-a recomandat : să se reducă la minim construcţia de centrale electrice mici (publice şi industriale), fondurile de investiţii respective alocîndu-se construcţiei de centrale electrice mari, centrale de termoficare, reţele electrice şi termice.

Şi centralele de puteri reduse se prevăd a fi utilate cu echipament economic. Se pune problema reducerii de turbogrupuri de 6, 12 şi 25 MW la 90 ata şi 535°C şi 130 ata şi 565°C de tipul VPR şi cu contrapresiune şi diferite prize, cum şi de grupuri pînă la 6 MW de presiune medie, 35 ata şi 435°C cu prize şi contrapresiune, avînd condensatorul aşezat alături de maşini.

Cazanele de abur pe gaze, păcură şi cărbune la 100 ata şi 540°C ar urma să aibă debite de 60, 90 şi 120 t abur/h.

S-a recomandat Consiliilor Economice :

a) să proiecteze şi să construiască centrale electrice numai pe baza schemelor de perspectivă de alimentare cu energie a raioanelor, oraşelor şi întreprinderilor industriale ;

b) să permită construirea de centrale electrice între 1 000—5 000 kW numai pe bază de termoficare, cum şi pentru electrificări rurale în raioanele îndepărtate de sistemele energetice şi de centrale industriale sau comunale ;

c) să se treacă începînd din anul 1959 la lichidarea planificată a centralelor electrice de puteri mici şi a centralelor termice prin construirea de centrale raionale de termoficare şi reţele electrice şi termice ;

d) să se treacă începînd din 1958 în centralele termice industriale la producerea combinată de căldură şi energie electrică ;

e) în regiunile izolate, pentru alimentarea cu energie electrică şi termică a raioanelor industriale şi a oraşelor, să se proiecteze centrale de termoficare, care să acopere sarcinile electrice şi termice ale industriei din zonă sau ale oraşului, satisfăcînd pe o rază de maximum trei km nevoile marilor consumatori de abur tehnologic, şi pînă la 8—10 km acoperind cererile de apă caldă ale consumatorilor importanţi. Aceste centrale raionale de termoficare ar urma să fie dimensionate astfel, încît să asigure alimentarea cu energie electrică a tuturor consumatorilor pe o rază de 30—50 km.

În cazurile în care consumul de abur tehnologic este sub 20—25 t, iar consumul total de abur şi apă caldă este mai mic de 30—35 t/h, se recomandă să se construiască centrale termice raionale, prevăzîndu-se posibilitatea montării în viitor de turbine cu contrapresiune.

Din cele expuse rezultă clar efortul mare ce se depune în U.R.S.S. pentru a realiza o dezvoltare unitară a energeticii industriale, a utiliza în condiţii optime energia şi combustibilii şi a stăvili dezvoltarea centralelor mici şi neeconomice.

Pentru a se stimula interesul energeticienilor din industrie în economisirea energiei electrice, termice şi combustibililor, s-a introdus în acest an un nou sistem premial unic pentru economia de energie electrică, termică şi combustibili. Premiile se plătesc din fonduri constituite ca părţi din sumele obţinute de întreprinderi ca reduceri de penalizări sau ca bonificări pentru îmbunătăţirea factorului de putere, din economiile de energie electrică, termică, combustibili şi din bonificările primite pentru depăşirea procentului de condensat recuperat.

O mare importanţă se acordă unor probleme ca elaborarea unui regulament tip al serviciului energeticului-şef din întreprinderile industriale, organizarea schimbului de experienţă şi a unei largi informări despre folosirea resurselor energetice secundare în diferite ramuri industriale.

Sarcini serioase în ducerea acestei acţiuni de importanţă deosebită revin Inspecţiei de Stat pentru energetică industrială din Ministerul Centralelor Electrice.

Ing. B. MARCU

Energetica generală

Irigații și utilizarea energiei apelor. *B l a g o j e v i c B. Saopštenja.* Hidrotehnicki Institut „Jaroslav Cerni" (R.P.F. Iugoslavia), **11** (1958), pag. 19—25.

626.81.627.8.09

Autorul studiază problema priorității utilizării apei în perioada de vegetație pentru irigații sau pentru producția de energie avînd în vedere factorii economiei actuale din R.P.F. Iugoslavia.

În prima parte se stabilesc pentru diferite soluții de irigare (irigare superficială gravitațională, aspersiune prin mașini mobile pentru produs ploaie artificială, irigare sub presiune) căderile necesare pentru ducerea apei la punctele de irigare. În continuare autorul stabilește producția de energie care se poate obține dintr-un anumit volum de apă V la diferite căderi prin relația $E = 0{,}0025$ VH, precum și creșterea producției agricole în cazul diferitelor culturi obținută prin utilizarea aceluiași volum V pentru irigații. Luînd în considerație prețurile curente din Iugoslavia (energie electrică 15 dinari/kWh, cereale și porumb 35 dinari/kg etc) se ajunge la concluzia că pînă la căderi variind între 111 și 381 m, funcție de culturi este mai economică utilizarea apei pentru irigații.

În ultima parte se studiază cazul în care se utilizează întîi apa în centrale hidroelectrice, iar apoi se pompează în instalațiile de aspersiune. În aceste cazuri autorul stabilește randamentul global la 0,31—0,34. În concluzie autorul arată că în majoritatea cazurilor în Iugoslavia este mai economică utilizarea apei pentru irigații.

E 1043 *a.f.*

Resursele hidroenergetice și condițiile construcției centralelor hidroelectrice în China. L u J u i. *Ghidrotehniceskoe Stroitelstvo,* 27 (1958), nr. **1**, pag. 20—26.

621.311.21(51)

Articolul începe cu o analiză a condițiilor climatice din R. P. Chineză, arătînd că precipitațiile variază pe teritoriul Chinei între 3 000 mm/an în Taivan și 50 mm/an în provincia Sințzian. Modulul de debit mediu pe întreaga țară este 10 l/s km².

Potențialul teoretic total hidroenergetic al țării la debite medii este calculat la 544 milioane kW ceea ce reprezintă 14,5% din resursele globului. Acest potențial este repartizat foarte neuniform.

Primul loc îl ocupă bazinul rîului Ianțzi, care are un bazin de 1 040 000 km², un debit modul de 32 500 m³/s și o cădere totală de 5 000 m, totalizînd 40% din întreg potențialul.

O caracteristică a centralelor chineze este așezarea lor la distanțe foarte mici de orașele mari, consumatoare de energie. Astfel distanța de la centrala Liotziasia la Lancijou este de 60 km, de la centrala Sinanțzian la Șanhai — 350 km, de la uzinele de pe rîurile Iuntinhe și Lanhe la Pekin sub 200 km. Distanțele maxime ale liniilor care vor trebui construite pînă la orașele mai depărtate: Sanhai, Canton, Iaan nu depășesc 1 000 km.

Condițiile topografice favorabile fac pe de o parte posibilă construcția unor supercentrale, iar pe de alta scade mult costul uzinelor. Din punct de vedere al execuției se remarcă lipsa de mecanizare care este suplinită printr-o mare concentrare a forțelor de muncă pe marile șantiere.

E 1044 *a.f.*

Eficacitatea termoficării în condițiile marilor sisteme energetice. R o s s i e v s k i G. I., *Electriceskie Stanții* (1958), nr. **6**, pag. 20—26.

697.34.003

Autorul expune metoda generală de stabilire a limitelor economice în care se poate dezvolta termoficarea în condițiile actuale ale dezvoltării energetice, ținînd seama de jocul cheltuielilor anuale și al investițiilor.

Pentru condițiile din U.R.S.S. în zonele cu combustibil local ieftin, rezultă următoarele:

1. Construcția CET cu turbine de pînă la 50 MW cu prize și condensație economică numai la un preț al combustibilului convențional de peste 100 ruble/t.
2. Instalarea turbinelor de termoficare de 100 MW este economică chiar și la prețuri mai reduse ale combustibilului.
3. În cazul construirii CET de mari puteri (300 MW) nu se mai pune problema prețului combustibilului în găsirea limitelor economice.
4. În anumite cazuri instalarea de turbine separate, cu contrapresiune și de condensație conduce la rezultate economice bune.

E 1045 *g.c.*

Folosirea gazelor naturale din Sahara pentru Africa de nord și Europa. *Usine Nouv.* vol. 14 (1958), nr. **23**, pag. 25.

622.324

În Franța a fost elaborat un proiect pentru folosirea zăcămintelor de gaze naturale din Sahara pentru alimentarea Africii de nord și Europei inclusiv Anglia. Sondele din regiunea Hassi-Messaoud produc azi 200 m³ gaze pe t de țiței extrasă. La producția probabilă de 25 mil.t ce ar putea fi livrată la preț de concurență peste trei ani la coasta Mediteranei, ar rezulta o producție anuală de gaze naturale de 4,5 mrd. m³. Ținînd seama și de celelalte zăcăminte, producția de gaze din Sahara de nord este apreciată în viitor la 50 mrd. m³ pe an.

Distanța între zăcămintele sahariene peste Gibraltar, Spania, Valea Rhonului pînă la Strassburg este de 2800 km, adică mai scurtă decît conducta canadiană de gaze între Alberta și Montreal ce va fi pusă în curînd în funcțiune. Mediterana ar putea fi trecută la Gibraltar în tunel, cu o conductă plutitoare sau pe o punte suspendată.

La un preț de 1—2 f.f. loco sondă, costul gazelor la Strassburg ar fi de cca 6 f.f. Franța ar urma să finanțeze instalațiile de extracție în timp ce celelalte țări beneficiare ar contribui cu cote părți corespunzătoare la costul instalațiilor de transport.

E 1046 *i.s.*

Costuri pentru producerea aburului în anul 1980. H a r l o w J. H. *Archiv für Energiewirtschaft,* 12 (1958), nr. **1**, pag. 10—18, 10 fig.

621.311.22.003

Ținînd seama de evoluția caracteristicilor centralelor termoelectrice cu abur se pot prevedea următoarele valori pentru anul 1980: puterea unitară a turbinelor, deși prezintă în ultima perioadă o creștere mai puțin accentuată tinde spre valoarea de 750 MW.

Creșterea temperaturilor aburului cu 7°/an este probabil să se mențină și în viitor, datorită progreselor în metalurgie, tinzînd în anul 1980 spre 760°C. Corespunzător este previzibilă o presiune de 500 at. Ciclul combinat cazan de abur-turbină de gaze prezintă interes datorită creșterii randamentului global cu 5% și micșorării dimensiunilor cazanului cu ardere sub presiune. Consumul specific net rezultă din premizele menționate cu circa 1 900 kcal/kWh. Pentru reducerea cheltuielilor de investiții se va modifica amplasarea elementelor cazanelor în scopul economiilor la conductele fabricate din materiale scumpe și se vor reduce dimensiunile lor prin adoptarea arderii sub presiune. În acest fel în 1980 cheltuielile de investiții vor fi de 90% față de cele din 1955.

E 1047 *t.p.*

Cererile de echipament energetic în următoarele decenii. K r e b s, P. *BWK* vol. 10 (1958), nr. **9**, pag. 415—419, 3 fig., 2 tab., 13 ref. bibl. (Referat prezentat la sesiunea Conferinței Mondiale a Energiei, Montreal 1958 sub nr. 52 A 3/2).

621.311.002

Dată fiind dezvoltarea de așteptat în domeniul energiei electrice, se încearcă a se face aprecieri asupra necesităților viitoare de echipament energetic și a repartiției lor pe țări producătoare și eventual importatoare.

Între 1952 — 1956 s-au fabricat anual grupuri turbogeneratoare cu abur cu o putere totală de 20 GW şi grupuri hidroelectrice însumînd 8 MW. Puterea transformatoarelor a reprezentat un multiplu al puterii grupurilor. Pentru 1957 puterea grupurilor produse este de ordinul 40 GW, iar pentru 1970 se consideră că ea va depăşi uşor 100 GW.

Ţinînd seama de această dezvoltare care oferă electrotehnicii pentru încă mult timp un debuşeu masiv şi prielnic, se fac o serie de propuneri pentru o raţională satisfacere a cererilor.

E 1048 *i.s.*

Termoenergetica

Construcţia centralelor termoelectrice deschise. Gudreevici L. A., Mirenburg S. L., Fridman A. M., *Electriceskie Stanţii* nr. **6** (1958), pag. 7—11.

621.311.22.002

Construirea CTE deschise se impune ca o măsură menită să aducă importante economii de investiţii, reduceri de materiale şi de personal, precum şi să scurteze termenul de construcţie în cazul controalelor de mare putere şi cu agregate cu puteri unitare foarte mari. În aceste cazuri problema principală ce trebuie rezolvată este protecţia echipamentului de acţiunile din atmosferă. Există deja o anumită experienţă în acest domeniu. În S.U.A. în 1955 erau construite CTE deschise însumînd o putere de 16 000 MW cu turbine de 100—170 MW şi cazane de 500—800 t/h. În U.R.S.S. la una din centralele din sud se instalează cazane de 500 t/h şi turbine de tipul PVK—150 în sistem deschis. În articol se dau date de proiect pentru două blocuri cazan-turbină în construcţie deschisă, proiectul fiind aprobat de Consiliul Tehnico-Ştiinţific al MCE. Se recomandă să se treacă pe scară mare la construirea de CTE deschise şi semideschise, în special în cazul montării echipamentelor în bloc.

E 1049 *g.c.*

Instalaţii de ardere pentru cărbune brun Becker, E. R. *BWK* 10 (1958), nr. **4**, pag. 164—166, 8 ref. bibl.

662.93

Sînt menţionate noutăţile constructive la cazanele arzînd cărbune brun:

— Metode pentru evitarea depunerilor de zgură, favorizate de conţinutul mare de cenuşă al cărbunilor.

— Modificări la mori şi separatoare de granule în scopul măririi debitului şi scăderii uzurii şi consumului specific de energie electrică.

— Soluţii pentru amplasarea arzătoarelor şi construcţia lor. Este mai favorabilă amplasarea frontală.

— Tendinţa de construire a cazanelor cu ardere de cărbune brun pentru evacuarea zgurii sub formă lichidă.

E 1050 *t.p.*

Turbina A T — 6 — o nouă turbină de termoficare de construcţie sovietică Masintin S. S. *Energomaşinostroenie* nr. **6** (1958), pag. 30 şi 44.

621.165 :697.34

În ianuarie 1958, a fost construită la uzinele de turbine din Kaluga prima turbină de tipul cu prize reglabile pentru termoficare urbană A T—6.

Caracteristicile mai importante ale acestei turbine sînt următoarele:

— puterea electrică	6 000 kW;
— parametrii aburului viu: temperatura	435°C
presiunea	35 ata;
— debitul de abur la priză	35 t/h;
— presiunea prizei reglabile	1,2—2,5 ata
— debitul nominal al turbinei la sarcina maximă electrică şi termică	41 t/h;
— sistemul de reglare al turbinei	hidrodinamic

În sistemul regenerativ sînt două prize nereglabile. Consumul specific de abur al turbinei este de 4,2 kg/kWh. Greutatea turbinei, inclusiv instalaţia de ulei este de 32 t.

E 1051 *g.c.*

Schema termică a grupurilor 100 MW din C E T. Göttingen. Herschfeld V. I. *Teploenerghetica* nr. **6** (1958), pag. 83—84, 2 scheme, 2 ref. bibl.

621.311.22.001

Turbina are patru corpuri din care ultimul este cu dublu flux. Parametrii aburului la intrare 223 at, 600°C şi 45 at, 525°C la treapta intermediară. Schema încălzirii regenerative prezintă următoarele particularităţi:

— înainte de a intra în primul preîncălzitor, condensatul este încălzit într-un schimbător de căldură cu ajutorul hidrogenului de răcire a regeneratorului;

— condensatul secundar al celor şase preîncălzitoare de joasă presiune este ridicat dintr-o treaptă într-alta cu ajutorul a şase pompe intermediare;

— înainte de a intra în ultimele patru preîncălzitoare (nr. 7, 8, 9 şi 10) aburul supraîncălzit de la primele patru prize este răcit pînă la temperatura de saturaţie în patru răcitoare dispuse lîngă preîncălzitoarele respective;

— preîncălzitoarele nr. 8, 9 şi 10 ca şi răcitoarele lor sînt cu flux dublu.

Interesante sînt şi soluţiile date următoarelor probleme:

— acţionarea pompei de alimentare se face printr-o turbină de condensaţie, alimentată din priza nr. 5 şi avînd condensator propriu; pornirea se face cu electropompă;

— demineralizarea condensatului principal în cazul spargerilor de ţevi la condensatoare se face într-o instalaţie specială de demineralizare care a comportat scindarea pompei de condensat în două pompe şi intercalarea unui bac de condensăt cu saltea de abur deasupra:

— conductele de abur la ultimele patru prize n-au organe de închidere.

Sînt descrise şi măsurile speciale de semnalizare a spargerilor de ţevi ale preîncălzitoarelor de înaltă presiune şi de evitare a pătrunderilor de apă în turbine.

E 1052 *c.d.*

Preîncălzirea conductelor de abur. Kaufman, W. I. *BWK* 10 (1958), nr. **9**, pag. 428—433, 10 fig., 8 ref. bibl.

536.24 :621.643.2

La punerea în funcţiune a conductelor de abur ce lucrează cu temperaturi înalte, apar temporar tensiuni suplimentare, a căror mărime depinde de viteza trecerii căldurii de la agentul termic la pereţii conductei, cît şi de grosimea pereţilor şi de materialul ţevilor.

După expunerea desfăşurării fenomenelor respective, documentată pe larg într-o serie de diagrame, se insistă în special asupra intensei treceri a căldurii în cazul condensării, arătîndu-se măsurile de luat pentru evitarea ivirii unor tensiuni prea mari.

E 1053 *i.s.*

Măsurători şi semnalizări la distanţă în reţelele termice. B. Kuklik, B. Plderman, *Energetika* (CSR), vol. 8 (1958), nr. **6**, pag. 227—230, 4 fig.

621.398 :697.34

Institutul energetic din Praga a studiat şi construit o instalaţie pentru semnalizarea şi măsurarea la distanţă a avariilor şi urmărirea comportării în timpul exploatării a reţelelor termice. Instalaţia a fost montată la centrala termică din Ceské Budejovice şi funcţionează de jumătate de an cu rezultate foarte bune. Se indică automat starea conductelor, avariile survenite la consumatorii de abur, depăşirea presiunilor şi a consumurilor fixate iniţial, scăderile de temperatură. Se măsoară cu exactitate cantităţile de abur consumate de fiecare consumator în parte, pierderile etc.

Instalaţia se bazează pe principiul selectoarelor şi foloseşte o staţie centrală de acumulatori. Semnalizările complet automatizate servesc la o orientare rapidă în problemele exploatării centralei şi reţelelor termice.

Autorii propun centralizarea întregii instalaţii pe un panou de comandă unic, atît pentru consumul general cît şi pentru cel al marilor consumatori de abur. Astfel s-ar putea înlesni crearea unei telecomande asupra consumului de abur şi a reglajului central, pentru urmărirea respectării parametrilor şi indicilor normaţi.

E 1054 *a.l.*

Micşorarea costului şi scurtarea termenului de construcţie a liniilor de transport electrice. Iliuşin G. T. *Electriceskhie Stanţii* (1958), nr. 5, pag. 42—43, 2 fig.

621.315.003

Autorul prezintă una din problemele cele mai actuale şi pentru ţara noastră: ieftinirea liniilor de transport. Analiza liniilor de transport de 220 kW. proiectate în 1956 în U.R.S.S. arată că aproape toate liniile au fost proiectate cu stîlpi de întindere şi stîlpi de susţinere cu cleme cu declanşare. Costul pe 1 km de linie a oscilat între 142—164 mii de ruble în preţurile din 1955 la linii din regiunea II climaterică (conf. normelor sovietice) şi echipate cu conductoare de Ol. Al— —400 mm². O excepţie o reprezintă linia Cerepet — Ţementnaia executată de Orgenergostroi, al cărei cost a fost de 102,3 mii ruble pe km.

Această linie a fost executată pe stîlpi de tip portal cu tiranţi şi îmbinare articulată la bază, avînd cleme blocate şi fără stîlpi de întindere.

Executarea stîlpilor a fost extrem de simplă, folosind un singur tip de cornier din oţel 38. Dimensiunile stîlpilor permit o încărcare a platformelor de cale ferată de 70% faţă de 15—20% la stîlpii obişnuiţi şi uşurează galvanizarea, necesitînd băi de dimensiuni mai reduse. Tiranţii sînt proiectaţi atît din cablu de oţel cît şi din oţel rotund.

Indicii comparativi ai liniei faţă de o linie din aceeaşi regiune şi faţă de cea mai ieftină linie proiectată de T.E.P. se dau în tabela 1.

Tabela 1

Denumirea	Dobrotvorscaia-Lutc-Rovno	Cerepetscaia Mţensc	Cerepetscaia Ţementnaia
Partea metalică a stîlpului în t.	23,3	20,6	12,1
Fundaţiile de beton şi beton armat m³	60	56,4	13,2
Costul lucrărilor de construcţii în preţuri din 1955 mii de ruble	91,2	81	36,8
Costul total al unui km de linie în mii de ruble	142	163	102,3
Greutatea elementelor de bază (stîlpi şi fundaţii) în t	175	163,5	45,4

În 1957 Consiliul Tehnic al M.C.E. al URSS a schimbat prescripţiile de linii din 1947. Pe baza acestor schimbări linia Pridneprovscaia — Pavlogradscaia proiectată de T.E.P. cu stîlpi piramidali de tip Crimeia a revenit la numai 113 mii ruble pe km. Un stîlp cîntăreşte 4,4 tone, iar fundaţia are 2,6m³ de beton armat. Stîlpii sînt însă incomozi la transport avînd un coeficient de încărcare de 15% pe platforme de cale ferată.

Autorul arată avantajele liniilor electrice articulate şi cu tiranţi şi propune pentru ieftinirea în continuare a liniilor folosirea fundaţiilor bătute în sol pentru evitarea volumului mare de lucrări de săpături.

E 1055 *d.m.*

Presiunea vîntului pe conductoare şi pe stîlpi Wekselman O. G., *Electricestvo*, (1958), nr. 6, pag. 16—19

621.315.1.056.4

Problema determinării valorilor celor mai raţionale ale presiunii vîntului pe conductoare şi pe stîlpi constituie, în ultimul timp, una dintre problemele de bază care preocupă pe proiectanţii şi constructorii de linii aeriene, efectuîndu-se în acest scop în diferite ţări o serie de măsurători şi studii teoretice.

Articolul de faţă cuprinde analiza cercetărilor efectuate în Uniunea Sovietică ca şi în alte ţări, privind acţiunea vîntului asupra liniilor aeriene, propunîndu-se totodată o serie de modificări ale actualelor norme sovietice.

Problema este analizată sub diferite aspecte. În prima parte a articolului se analizează valoarea coeficientului α de neuniformitate a vitezei vîntului de-a lungul unei deschideri, propunîndu-se valori care variază în funcţie de înălţimea stîlpului şi de deschidere; totodată autorul consideră că valorile propuse de A. A. Glazunov pentru coeficientul α (pe baza cercetărilor efectuate în străinătate) ca fiind prea mici, dat fiind că metodele de măsurare a vitezei vîntului aplicate în U.R.S.S. sînt diferite.

Se propune o nouă relaţie privind variaţia vitezei vîntului cu înălţimea stîlpului, considerîndu-se prima limită egală cu 20 m şi nu de 30 m, ca în normele în vigoare. Pentru comparaţie se dau rezultatele obţinute după normele străine, valorile fiind apropiate; relaţia propusă se bazează pe cercetările efectuate în acest scop în Uniunea Sovietică. Totodată se insistă asupra necesităţii alegerii raţionale a înălţimii stîlpului, ţinînd seama şi de altitudine.

Se insistă relativ puţin asupra efectului de ecranare, menţionîndu-se doar propunerile făcute în acest sens de către cercetătorii din U.R.S.S. şi din o serie de alte ţări.

Valoarea exactă a coeficientului dinamic se poate stabili numai dacă se cunoaşte perioada oscilaţiilor proprii ale construcţiei, luată în totalitatea ei. După ce se indică relaţia de calcul care permite determinarea oscilaţiilor proprii ale unui stîlp, se arată că valoarea coeficientului dinamic se poate lua egală sau mai mică decît unitatea pentru toate cazurile uzuale (exceptînd cazul stîlpilor mai înalţi de 80 m).

În concluzie se arată că aplicarea considerentelor menţionate în articol va duce la o proiectare mai raţională şi mai economică a liniilor aeriene.

E 1056 *g.d.*

Trecerea liniilor de 110 — 220 kV la funcţionarea în două faze în cazul avariilor Rozenkopf M. P., *Electriceskie Stanţii*, (1958) nr. 7, pag. 67—69

621.315.1.004.13/64

În cadrul articolului se analizează posibilitatea trecerii liniilor de înaltă tensiune la funcţionarea în două faze numai cu ajutorul separatoarelor cu acţionare monofazată, rămînînd deschisă problema folosirii reanclanşării automate rapide monofazate.

Pentru a se putea trage unele concluzii s-au analizat în total 86 de avarii din 33 sisteme energetice, pe o perioadă de 6 ani. Din numărul total de avarii, doar trei au avut loc pe liniile de 154—220 kV, ceea ce se explică pe de o parte prin nivelul ridicat al izolaţiei, iar pe de altă parte prin lungimea totală a acestor linii mult mai mică. De asemenea s-a analizat natura avariilor, constatîndu-se că în cazul liniilor de 110 kV pe stîlpi de lemn doar 25% din numărul de scurtcircuite monofazate au un caracter trecător, iar în cazul scurtcircuitelor bifazate, cifra este de 20%. În consecinţă în aceste cazuri se recomandă RAR monofazat.

Se menţionează că circulara Ministerului Centralelor Electrice, referindu-se la acest gen de avarii, prevede trecerea neîntîrziată la funcţionarea pe două faze, după stabilirea naturii scurtcircuitului, pentru a nu se întrerupe alimentarea cu energie electrică a consumatorilor. În ceea ce priveşte determinarea naturii scurtcircuitului, autorul propune utilizarea releelor de curent de secvenţă nulă.

Puterea maximă care se poate transporta în cazul funcţionării liniilor în două faze este în general limitată de influenţa acestor linii asupra liniilor de telecomunicaţii. În acest scop autorul propune luarea de măsuri speciale pentru micşorarea perturbărilor la liniile de telecomunicaţii, prin utilizarea unui utilaj corespunzător, şi nu mutarea acestor linii, recomandată de circulara Ministerului Energiei Electrice.

O problemă specială, căreia trebuie să i se acorde o deosebită atenţie, constă în determinarea asimetriei ce apare în generatoarele din sistem. Dificultăţi la funcţionarea în două

faze sînt create şi de sistemul de protecţie prin relee în cazul alimentării liniilor la ambele capete. Aceste dificultăţi sînt compensate de avantajele pe care le prezintă acest sistem în cazul scurtcircuitelor monofazate persistente.

E 1057 *g.d.*

Posibilităţile tehnice de ridicare a tensiunii nominale în reţelele existente. Gherţik A. K. şi Corsunţev A. V., *Electriceskie Stanţii* (1958), nr. 4, pag. 47—52, 2 tab., 6 fig.

621.311.1.027.81/82

Soluţia cea mai eficace pentru mărirea capacităţii de transport a liniilor aeriene constă în ridicarea tensiunii lor nominale. Din acest punct de vedere este de dorit ca cheltuielile de investiţie şi lucrările de reamenajare să fie minime.

În cadrul articolului se analizează posibilităţile de ridicare a tensiunii nominale a liniilor aeriene de transport fără a fi necesară în acest scop reconstrucţia liniilor sau modificări importante la staţiile ridicătoare şi coborîtoare. O primă cale de ridicare a tensiunii nominale a liniilor de transport constă în montarea de noi transformatoare în staţii, soluţie adoptată îndeosebi în Franţa. Posibilitatea ridicării tensiunii nominale este limitată în acest caz de nivelul de izolaţie a liniei, precum şi de probabilitatea de apariţie şi amplitudinea supratensiunilor de comutaţie; cele mai frecvente supratensiuni ce apar în cazul legării directe la pămînt a neutrului sînt datorite deconectării liniilor aeriene funcţionînd în gol. În cazul cînd întreruptoarele nu sînt prevăzute cu rezistenţe de şuntare, aceste supratensiuni de comutaţie pot atinge valoarea de 3 U_f, cu toate că probabilitatea apariţiei de supratensiuni cu o amplitudine mai mare de 2,5 U_f este relativ redusă. Existenţa rezistenţelor de şuntare la întreruptoarele de linie reduce amplitudinea supratensiunilor de comutaţie la 1,6 U_f.

Pe baza considerentelor de mai sus, autorii trag concluzia că, în situaţia actuală cînd în Uniunea Sovietică nu se fabrică întreruptoare cu rezistenţe de şuntare, soluţia ridicării tensiunii nominale a liniilor de transport prin utilizarea unor transformatoare avînd o tensiune nominală mai mare nu este posibilă.

Un al doilea mijloc constă în utilizarea de autotransformatoare. Autorii arată că nu se poate admite montarea de întreruptoare pe partea dinspre linie a autotransformatoarelor, deoarece pot apărea supratensiuni primejdioase. În ipoteza că întreruptoarele se montează pe partea dinspre staţie, amplitudinea supratensiunilor nu este în general prea mare. Valoarea acestor supratensiuni depinde de capacitatea pe fază a liniei, de tensiunea nominală şi de puterea tuturor autotransformatoarelor; printr-o alegere raţională a acestor parametri, amplitudinea supratensiunii de comutaţie se poate reduce la o valoare neprimejdioasă pentru reţea.

Un alt factor care limitează ridicarea tensiunii nominale a liniilor aeriene este efectul corona. Pentru ca pierderile anuale să nu fie prea mari autorii consideră că este necesar ca valoarea gradientului mediu al tensiunii de pe suprafaţa conductorului să reprezinte 85—90 % din valoarea gradientului tensiunii critice a efectului corona. Analizîndu-se rezultatele obţinute pe baza calculelor efectuate se ajunge la concluzia că efectul corona în general nu constituie o dificultate pentru ridicarea tensiunii nominale în cazul reţelelor de 110 kV; în schimb la reţelele de 220 kV este necesar ca liniile aeriene să fie prevăzute cu conductoare de oţel-aluminiu cu secţiunea de cel puţin 400 mm².

E 1058 *g.d.*

Necesitatea folosirii inelelor de gardă în reţelele moderne de foarte înaltă tensiune H. Glupe. *Energie-technik* (1958), nr. 4, p. 158—162, 8 fig. 9 ref. bibl.

621.311.1.027.81/82 :621.315.62

Articolul tratează o problemă mult discutată în literatura tehnică, folosirea inelelor şi coarnelor de gardă la izolatoarele liniilor de înaltă tensiune.

În Germania, reţeaua de 110 şi 220 kV este construită cu neutrul compensat. Astăzi se trece şi în Germania la punerea la pămînt directă a neutrului la liniile cu tensiune superioară. Din această cauză s-a analizat din nou efectul pe care-l au inelele de gardă şi coarnele asupra protejării izolatoarelor împotriva acţiunii arcului electric.

Se arată că prescripţiile noi V.D.E. 0210/56 nu prevăd obligativitatea montării vreunei armături de protecţie a lanţurilor de izolatoare în cazul cînd se iau măsuri de stingere rapidă a arcului electric. Experienţa de exploatare din R.D.G. precum şi din R. Cehoslovacă a liniilor de 220 kV a arătat că nivelul de izolare al liniilor este destul de înalt pentru a nu da naştere la declanşări datorită supratensiunilor externe.

Conturnările la aceste linii apar în special datorită gradului mare de murdărire în zonele industriale sau defectelor de fabricaţie.

Autorul arată şi experienţa URSS în acest domeniu. URSS a renunţat cu desăvîrşire, începînd din anul 1952, la folosirea armăturilor de protecţie la lanţurile de izolatoare.

Deoarece practica URSS se baza pe folosirea lanţurilor de izolatoare, iar în Germania este răspîndit tipul de izolatoare tije, s-au repetat experienţele cu izolatoare de acest tip, pentru curenţi mari, care apar la scurtcircuitele din reţelele cu neutrul legat direct la pămînt.

Încercările s-au efectuat pe izolatoare VKL 75/14 în 1957, în R. Cehoslovacă s-au executat încercări similare cu izolatoare VKL 75/14 şi LS 75/21.

În urma ultimelor încercări se trage concluzia că în cazul scurtcircuitelor pe liniile de înaltă tensiune cu neutrul pus la pămînt, efectul termic al arcului este neînsemnat dacă declanşarea are loc într-un timp mai scurt de 0,85 secunde.

În urma acestor încercări şi a experienţei din URSS, autorul propune echiparea liniilor de înaltă tensiune în reţelele cu neutrul pus la pămînt, fără inele sau coarne de protecţie. Pe baza datelor de la o linie de 220 kV în funcţiune, autorul arată că economia rezultată pe 100 km de linie este de 52 t oţel şi 1 pînă la 2 t zinc.

E 1059 *d.m.*

Compensarea serie în reţele de tensiune medie, Hockhäusler P. *ETZ—A* 79(1958), nr. 6, pag. 168—173, 9 fig., 6 ref. bibl.

621.315.1.027.5 :621.316.761.2

Problema compensării în serie a reţelelor de medie tensiune preocupă din ce în ce mai mult pe inginerii energeticieni, în legătură cu creşterea continuă a puterilor transportate pe liniile de medie tensiune în exploatare.

Autorul prezintă problema folosirii condensatoarelor serie ca mijloc de ridicare a tensiunii pe liniile de medie tensiune, indicînd metodele de calcul al capacităţii acestora. Se face comparativ prezentarea compensării liniei cu condensatoare în paralel, arătîndu-se avantajele compensării în serie.

Pe baza unor exemple de calcul şi a curbelor trasate se delimitează domeniul în care este indicată compensarea în serie a liniilor de transport. Se arată pe scurt principiile pe baza cărora trebuie ales locul de montare a bateriei de condensatoare şi schemele de protecţie a ei împotriva supratensiunilor la scurtcircuite.

Prezentarea simplă şi cu exemple de calcul face posibilă folosirea articolului ca îndreptar în calculul compensării în serie a reţelelor de medie tensiune.

E 1060 *d.m.*

Din experienţa pozării cablurilor în canale, tunele şi camere de cabluri Cizmar V. *Energetika* (C.S.R.), vol. 8 (1958), nr. 4, pag. 144—150, 12 fig.

621.315.233/235

Se analizează modul de pozare al cablurilor electrice în canale, tunele şi camere de cabluri atît din exteriorul cît şi din interiorul clădirilor. Articolul conţine date sistematic prelucrate, rezultat al unei practici îndelungate a autorului. Aceste date sînt incluse în tabele care cuprind date pentru toate felurile de cable: dimensiuni, scopul utilizării, caracteristici constructive, principii de proiectare, materialele de construcţie utilizate la pozare, mijloacele de execuţie, metoda alegerii tipului şi dimensiunile cablurilor.

Se indică de asemenea metodele de întreţinere a cablurilor, precum şi unele probleme de coroziune. Diferitele sisteme de

pozări sînt ilustrate cu fotografii, care pun în evidenţă dezavantajele unei execuţii necorespunzătoare.

Articolul se ocupă de asemenea de problemele de tehnică a securităţii, siguranţa în exploatare, control etc. precum şi de utilizarea prefabricatelor în cursul pozării diferitelor tipuri de cabluri.

E 1061 *a.l.*

Hidroenergetica

Centralele hidroelectrice Dobsina şi Orava. M a r c z e l l E, P u s k a s T, S t a r o s o l s z k y O. *Hidrológiai Közlöny* (R. P. Ungară) 38 (1958), nr. **1**, pag. 55—66.

621.311.21

Articolul descrie două din centralele cele mai importante construite în ultimul timp în Slovacia.

Centrala Dobsina este o centrală cu pompaj care deviază apele rîului Gölnitz într-un bazin învecinat. Barajul principal de greutate pe rîul Gölnitz are o înălţime de 23 m deasupra talvegului, iar adîncimea fundaţiei este de 10—15 m. Lungimea la coronament are 209 m, paramentul amonte avînd o înclinare de 0,03, iar cel aval de 0,72. La cota de retenţie normală (786,50 m.d.M) volumul lacului creat este de 11,4 milioane m³.

Centrala este echipată cu două turbine Francis care prelucrează în total 9 m³/s sub o cădere de 300 m. Apa uzinată în cursul zilei este acumulată în bieful aval într-un lac de 180 000 m³. În cursul nopţii această apă este pompată din nou în amonte prin intermediul a două pompe cu un debit instalat de 2,5 m³/s. Căderea existentă între nivelul în lacul aval şi canalul de fugă este utilizată printr-o turbină Kaplan.

Centrala Orava este o centrală baraj construită pe rîul Vah. Barajul de greutate de 30 m înălţime şi 273 m lungime la coronament, are o uşoară curbură. La cota de retenţie normală (603,00 m.d.M) lacul are un volum de 350 milioane m³. Centrala este echipată cu două turbine Kaplan de 50 m³/s şi 10 900 kW. Puterea instalată a centralei este de 21 800 kW iar producţia anuală de 35 milioane kWh.

Pentru studiul comportării barajelor s-au prevăzut galerii de vizitare şi se fac observaţii sistematice sub îndrumarea Institutului Hidrotehnic din Praga.

E 1062 *a.f.*

Centrala hidroelectrică cu pompaj Happurg a intrat în funcţiune *BWK* vol. 10 (1958) nr. **9**, pag. 449

621.311.21 :621.34

În R. F. Germană au intrat în funcţiune primele două unităţi de cîte 40 MW din cele patru prevăzute pentru etapa finală ale CHE cu pompaj Happurg.

Lacul superior are un volum util de 1,8 mil. m³, ceea ce la o cădere medie de 204 m corespunde unei energii înmagazinate de 680 MWh, în timp ce lacul inferior pe lîngă un volum mort de 0,9 mil. m³ şi cel util de 1,8 mil. m³ mai are o rezervă în plus de 1,5 mil. m³ pentru reţinerea debitelor mari ale celor două rîuri.

Fiecare grup constă dintr-o turbină Francis de 40 MW, un generator-motor sincron de 44 MVA şi o pompă de 34 MW.

Prin noua CHE cu pompaj se rezolvă problema acoperirii vîrfului sistemului obţinîndu-se şi un regim mai bun de funcţionare pentru CTE.

E 1063 *i.s.*

Experienţa Elveţiei în utilizarea energetică a cursurilor de apă internaţionale. T ö n d u r y G. A. *Wasser und Energiewirtschaft* 49 (1957), nr **12**, pag. 320—333.

627.8 (494)

Articolul începe cu o analiză a problemelor şi principiilor de drept internaţional care stau la baza amenajărilor energetice de frontieră, precum şi a modului de reglementare internă a problemelor apelor internaţionale pe baza legilor apelor din Elveţia.

Trecînd apoi la descrierea principalelor centrale de frontieră, în care este interesată şi Elveţia, autorul se ocupă în primul rînd de amenajarea sectorului germano-elveţian al acestui rîu pe porţiunea dintre lacul Constanţa şi Bâle. Dintre cele 12 trepte revăzute, la care se adaugă o parte din bieful amonte al uzinei Kembs construită pe sectorul franco-german, 10 sînt executate şi trei sînt proiectate. În afară de aceasta mai este prevăzută construirea centralei Rheinfelden, cea mai veche dintre centralele de pe Rin, care a intrat în funcţiune în 1898. Centralele executate pe Rin au o putere totală instalată de 640,5 MW şi o producţie anuală de 4 296 GWh din care Elveţiei îi revine 308,65 MW şi 2 071 GWh.

Pe frontiera franco-elveţiană sînt construite patru centrale pe rîul Doubs în munţii Jura şi una pe Ron în aval de lacul Leman. În afară de aceasta, mai este prevăzută construcţia unei noi centrale pe Ron şi a centralei Emosson — Le Chatelard în Alpii francezi.

Sectorul italo-elveţian este mai puţin utilizat. Merită să fie amintită pe acest sector centrala Val di Lei-Ferrara, în curs de execuţie, în bazinul superior al Rinului. În sfîrşit, la graniţa austro-elveţiană este prevăzută execuţia unei centrale pe cursul superior al rîului Inn, al cărei remuu trece parţial pe teritoriul elveţian.

E 1064 *a.f.*

Propuneri pentru îmbunătăţirea exploatării centralelor hidroelectrice. L e n g h e l, I. *Energetica* (C.S.R.) vol. 8, (1958) anexă la nr. 4, pag 11—16; 6 diagr., 5 figuri, bibliografie (10)

621.311.21.004

Articolul se ocupă de problema gospodăririi şi exploatării optime a surselor pentru producerea energiei electrice, precum şi de coordonare a încărcării simultane a centralelor hidroelectrice care funcţionează ca centrale de vîrf şi sînt expuse la variaţii nefavorabile randamentului lor.

Se descrie o metodă originală de determinare a curbei randamentului optim în funcţie de nivelul apei şi de debitul apei, admis în turbină, aplicată la o turbină Kaplan de $N_{m\,x}$ = 12 500 kW; Q = 90 m³/s; H = 11 — 17,3 m. Măsurătorile s-au efectuat cu ajutorul unui debitmetru cu diafragmă construit în laborator şi care a înlocuit măsurătorile cu obişnuitele morişti hidraulice.

În urma efectuării măsurătorilor s-a ajuns la concluzia că alegerea unui raport corespunzător dintre roata de distribuţie şi roata de circulaţie a unei turbine, la o încărcare de 45% randamentul poate fi îmbunătăţit cu 30%, la o încărcare de 80% cu 0,6%, iar la o încărcare maximă cu cca 1,8%.

E 1065 *a.l.*

Energetica nucleară

Studiul de stand al reactorului nuclear experimental VVR-S. L a z u k o v N. A., C e l n a k o v J. E., I v a n o v V. P.. *Atomnaia energhia* 5 (iulie 1958) nr. **1**, pag. 44—52.

621.039.004

Înainte de darea în exploatare normală a unui reactor, se procedează la un studiu experimental în care sînt determinaţi parametrii principali calculaţi în prealabil şi pentru determinarea condiţiilor optime de exploatare a reactorului. Acest articol conţine datele experimentale amintite mai sus, pentru reactorul de tip VVR-S, care este un reactor eterogen termic, moderat şi răcit cu apă obişnuită, avînd drept combustibil nuclear uraniu îmbogăţit 10% în izotopul U-235. În urma acestor experienţe a fost determinată o serie de parametri neutronici ai zonei active ca de ex.: masa critică minimă (3,2 kg U-235), încărcarea de lucru şi maximă cu combustibil a zonei active, caracteristicile barelor de reglare şi ale celor a protecţiei de avarie, cît şi influenţa diferiţilor factori asupra reactivităţii. În cadrul ultimei probleme a fost studiat coeficientul de temperatură al reactivităţii care a rezultat că are următoarea valoare negativă

$$\frac{\Delta k}{\Delta t} \approx -0{,}6 \cdot 10^{-4} \div -1 \cdot 10^{-4}\ 1/°C$$

în intervalul de temperaturi de la + 17°C ÷ + 41°C.

În afară de măsurarea greutăţii de reactivitate a diferitelor elemente componente ale zonei active, a mai fost măsurată şi distribuţia densităţii neutronilor termici în direcţia axială şi radială. Lucrarea este importantă şi prin faptul că reprezintă studiul experimental al unui tip de reactor identic cu cel furnizat ţării noastre de către U.R.S.S. în cadrul planului de colaborare şi ajutor reciproc dintre cele două ţări.

E 1066 *a.ş.*

CRONICĂ

După o jumătate de veac

Autorul, care cu cei 58 de ani efectivi de serviciu constituie un excepțional exemplu de continuitate și perseverență în domeniul energetic, s-a rupt un moment din preocupările în legătură cu instalațiile centralei hidroelectrice V. I. Lenin de la Bicaz — deși pensionar, nu-l rabdă inima a se retrage și lucrează ca tehnician proiectant la Institutul de Studii și Proiectări Energetice — își deapănă unele amintiri în legătură cu începuturile electrificării Capitalei noastre. De la mica centrală electrică Filaret la marea centrală de la Bicaz, o viață de om, și adăugăm noi toți care-l cunoaștem, harnică și merituoasă în slujba energiei.

In toamna acestui an s-a împlinit o jumătate de veac de la punerea în funcțiune a centralei electrice Filaret, prima centrală construită pentru alimentarea generală cu energie electrică a orașului București.

Acest eveniment tehnic a avut o importanță deosebită, deoarece se poate spune că de atunci s-a început efectiv electrificarea Capitalei.

Alimentări cu energie electrică parțiale existau mai de mult sub formă de mici centrale (sau microcentrale, cum sînt denumite astăzi), destinate numai pentru alimentarea cu energie electrică a unor blocuri de case mai mari, cuprinse între patru străzi, cum a fost blocul Steinbruch, Vilacros, Eforie etc.

Prin construirea centralei de la Filaret și a unor rețele de curent alternativ trifazat de 5 000 V și 208/110 V, s-au pus bazele unor instalații foarte moderne la aceea epocă și care, cu extensiunile și completările ulterioare, au făcut față mult timp nevoilor orașului.

Centrala s-a pus în funcțiune cu o putere totală de aproape 1 200 kW. Construirea ei a ridicat o serie de probleme tehnice foarte grele. În primul rînd, terenul era impropriu, deoarece pe acele locuri, mai de mult fuseseră bălți și mocirlă. De aceea, fundațiile motoarelor și ale zidurilor au trebuit să fie așezate pe piloți.

Transportul pieselor grele, de la Gara Filaret la fața locului, s-a făcut cu dificultate, în camioane construite special, trase de multe perechi de boi.

Instalațiile electrice în centrală și în rețea la tensiunea foarte înaltă, la aceea epocă, de 5 000 V, impuneau o executare de specialitate și foarte îngrijită.

Nevoile de energie electrică au crescut repede în București și de aceea centrala Filaret s-a mărit continuu, începînd chiar după doi ani de la punerea ei în funcțiune.

Încă din al patrulea an, în urma perfecționării fabricației lămpilor cu fir de wolfram și gaz neutru, și după ieftenirea lor, s-a produs o dezvoltare rapidă a utilizării electricității și la noi, ca și în toată lumea.

Pe de altă parte, pentru alimentarea noilor tramvaie electrice, cum și pentru alimentarea lămpilor electrice de pe bulevarde, șosea, Cișmigiu etc., a fost necesar să se construiască în 1911—1912 o nouă centrală electrică la Grozăvești, sub îngrijirea ing. D. Leonida, cu două unități cu turbină de abur de cîte 1 000 kW putere, care furniza curent electric trifazat la fel cu uzina de la Filaret, putînd astfel la nevoie să lucreze în paralel, cum s-a și întîmplat.

Centrala electrică Grozăvești, mărită și completată mult ulterior, lucrează și azi în paralel cu centrala Filaret, modernizată și ea corespunzător.

Centrala Filaret a fost totodată și o școală, în care s-au format numeroși ingineri și tehnicieni. Dintre cei care au luat parte la lucrările de construcție și instalare, cum și la exploatare, autorul, intrat în serviciu în 1900, este unul dintre puținii care mai sînt în viață.

Willy Metzner

INDEX ALFABETIC

Editoriale

* * * Prima Conferinţă a Electricienilor din R.P.R. Nr. **1**, p. 1.
* * * Rezumatele rapoartelor prezentate la Conferinţa Electricienilor din R.P.R., Nr. **1**, pag. 30.
* * * 1 Mai 1958, Nr. **5**, p. 197.
* * * 10 ani de la naţionalizarea industriei energetice romîneşti, Nr. **6**, p. 245.
* * * O declaraţie a profesorului Frédéric Joliot-Curie, nr. **6**, p. 247.
* * * Sărbătorirea prof. univ. ing. D. Leonida, Nr. **7**, p. 297.
* * * Frédéric Joliot Curie, nr. **9**, p. 389.
* * * Cea de a doua Conferinţă internaţională pentru folosirea energiei atomice în scopuri paşnice, nr. **9**, p. 391.
* * * Consfătuirea „Electrificarea agricolă şi rurală în R.P.R.", nr. **10**, p. 437.
* * * Cea de a doua conferinţa internaţională a Naţiunilor Unite privind utilizarea energiei atomice în scopuri paşnice, Nr. 11. p. 485.
Heresciu I. : La a paisprezecea aniversare a eliberării patriei Nr. **8**, p. 341.
Marcu B.: Dezvoltarea de perspectivă a energeticii în U.R.S.S. Nr. 12, p. 533.
Powell C.F. : Mesaj adresat oamenilor de ştiinţă, Nr. **4**, p. 149.
Powell C. F. : Declaraţia Federaţiei Mondiale a Oamenilor de ştiinţă cu privire la armele nucleare, Nr. **6**, p. 247.

Energetica generală

Andrzejewski S. : Perspectivele dezvoltării sectorului energiei electrice din Polonia, Nr. **5**, p. 198.
Bercovici M. : Dezvoltarea activităţii de cercetare tehnico-ştiinţifică în întreprinderile industriale, Nr. **1**, p. 16.
Blum I., Bolchi Fr., Barca Fr., Mihail M. şi *Piatkowski Th.* : Valorificarea energetică raţională a deşeurilor vegetale, Nr. **10**, p. 442.
Boico V. şi *Savu I.* : Consideraţii energetice în legătură cu noua conductă magistrală de gaze naturale spre vestul R.P.R., Nr. **2**, p. 49.
Gheorghiu N. : Introducerea tehnicii noi în industria energiei electrice din R.P.R., Nr. **1**, p. 5.
Goldenberg C. : Valabilitatea aplicării metodei cheltuielilor anuale minime în determinarea parametrilor economici ai reţelelor de termoficare cu apă fierbinte, Nr. **4**, p. 159.
Rosenberg M. : Unele aspecte ale producţiei şi consumului de energie primară în Europa, Partea I-a Producţia de energie primară Nr. **8**, p. 349.
Rosenberg M. : Unele aspecte ale producţiei şi consmului de energie primară în Europa, Partea a II-a Consumul de energie primară şi balanţa energetică europeană Nr. **9**, p. 405.
Savu I. : Aspecte ale valorificării surselor de energie primară în R.P. Bulgaria (constatări şi impresii dintr-o călătorie de studii) Nr. **7**, p. 299
Stăncescu D. I. : Consideraţii energetice în legătură cu elaborarea planurilor de perspectivă Nr. **7**, p. 293
Velea I. : Introducerea tehnicii noi în industriile consumatoare de energie electrică. Nr. **1**, p. 10.

Termoenergetica

Antonescu N. : Cazanul „Vuia". Caracteristici tehnice şi hidrodinamice Nr. **5**, p. 202
Antonescu N. : Cazanul „Vuia". Analiză funcţională şi domeniu de utilizare Nr. **7**, p. 304
Badea A. I. : Consideraţii asupra stabilirii puterii şi tipului centralelor termoelectrice rurale din R.P.R. Nr. **10**, p. 449
Blum I., Saphier I. şi *Rosenberg M.* : Consideraţii economice asupra producţiei şi utilizării combustibililor clasici în Romînia Nr. **11**, p. 509
Colţ Gh., Beldiman M. şi *Marinescu Şt.* : Grosimi optime ale izolaţiei termice pentru conducte de termoficare urbană. Nr. **11**, p. 486
Dinulescu C. : Spargerea ţevilor de ecrane din cauza circulaţiei defectuoase. II. Nr. **2**, p. 54
Dinulescu C. şi *Burducea C.* : Curăţirea condensatoarelor turbinelor cu abur în timpul funcţionării Nr. **3**, p 123
Dinulescu C. : Scurtarea timpului de pornire a agregatelor energetice din centralele termoelectrice cu abur Nr. **5**, p. 224
Dinulescu C. : Sistematizarea şi uniformizarea construirii arzătoarelor de gaze, Nr. **11**, p. 439
Kraft M.: Din experienţa noastră de creare şi menţinere a depozitului de lignit la CTE Doiceşti. Nr. 12, p. 567.
Ionescu Gr. C. : Tendinţe moderne în folosirea complexă a combustibilului pentru scopuri energetice şi tehnologice Nr. **3**, p. 109
Ionescu M. : Determinarea experimentală a statismului unei turbine de termoficare Nr. **4**, p. 172
Pănoiu N. şi *Cazacu C.* : Aspecte ale arderii în strat a lignitilor din R.P.R. Nr. **4**, p. 151
Pănoiu N., Carabogdan I. şi *Cazacu C.;* Unele aspecte ale măcinării ligniţiilor pentru arderea lor în stare pulverizată. Nr. 12, p. 535.
Săvulescu D. Tr. : Evaluarea consumului de combustibil pentru încălzirea clădirilor folosind metoda cu zilegrade Nr. **6**, p. 275
Singer G., Pănoiu N. şi *Niculescu T.* : Încercări experimentale de ardere a turbei pe un grătar în trepte Nr. **6**, p. 252
Stanisavlievici L. : Spargeri de ţevi în cazanele de abur de presiune înaltă Nr. **6**, p. 248
Stăncescu D. I., Mişu, A. şi *Colţ Gh.* : Stadiul actual şi tendinţe de dezvoltare a termoficării urbane în Europa Nr. **9**, p. 394
Zăgănescu I. : Aburul supraîncălzit la locomotivele de cale îngustă Nr. **7**, p. 308

Electroenergetica

* * * : Consfătuirea „Electrificarea agricolă şi rurală în R.P.R." Nr. **10**, p. 437
Albert H. şi *Rădulescu V.* : Încercarea unei linii de transport de energie electrică de 110 kV la scurtcircuit produs în linie curentă Nr. **7**, p. 322
Arie E. şi *Nicolae P.* : Comparaţie între diferite tipuri de scheme echivalente Nr. **6**, p. 268
Borza N. : Calculul suporţilor portal de susţinere a liniilor electrice aeriene de 110 kV, ţinînd seama de rezistenţa conductoarelor de protecţie Nr. **8**, p. 360
Chenzbraun I. : Despre unele deficienţe ale protecţiei secţionale folosite în reţelele cu neutrul izolat şi metodele de înlăturare a acestora Nr. **2**, p. 64
Corbaru D. : Sisteme moderne de protecţie prin relee a barelor colectoare Nr. **3**, p. 117
Corbaru D. : Predeterminarea factorului de putere natural al întreprinderilor industriale Nr. **11**, p. 504
Drăgan G. : Perspectivele utilizării în U.R.S.S. a curentului continuu pentru transportul energiei electrice la mare distanţă. Nr. **9**, p. 420
Frankel D. : Contor de pierderi Nr. **9**, p. 416
Groza L., Moraite G. şi *Ioaţă Am.* : Determinarea prin încercări pe viu a comportării unei reţele electrice la fenomene dinamice şi compararea rezultalelor cu valorile calculate prin procedeul analizei grafice Dimo Nr. **5**, p. 211
Guţă C. : Consideraţii privind reglajul-tensiunii şi al vitezei generatoarelor sincrone de mică putere Nr. **8**, p. 355
Ionescu S. şi *Manea F.* : Folosirea unui generator echivalent pentru simplificarea schemei reţelelor electrice în studiul stabilităţii statice Nr. **5**, p. 220
Leonida D.: Funcţionarea economică a condesatoarelor turbinelor cu abur Nr. 12, p. 549.

Martac D. și Bensimon Ana; Determinări experimentale ale curentului de punere la pămînt într-o rețea electrică de 35 kV și compararea rezultatelor experimentale cu rezultatele calculului. Nr. 12, p. 549.
Matei D. D.: Controlul rezistenței de izolație în instalația de curent continuu operativ din stațiile și din centralele electrice. Calculul și verificarea schemei electrice Nr. **2**, p. 72
Militaru P.: Sisteme de distribuție de înaltă tensiune pentru electrificări rurale Nr. **10**, p. 468
Milițescu Gh.: În legătură cu detectarea punerilor la pămînt din circuitul rotoric al generatoarelor sincrone Nr. **11**, p. 519
Pololea E.: Criteriile practice ale stabilității statice Nr. **9**, p. 410
Stein M. și *Marc D.*: Considerații asupra justificării din punct de vedere tehnico-economic a conductoarelor de protecție pe liniile de 35 kV Nr. 7 p. 314.
Stein M. și *Petrescu C.*: Contribuții la studiul sistemelor de distribuție monofazice în electrificarea rurală Nr. **10**, p. 481
Vaisman L.: Stabilizarea tensiunii la releele de frecvență Nr. **9**, p. 422
Vaisman L.: Aparate pentru ridicarea diagramelor vectoriale Nr. **11**, p. 517
Zickman M. și *Vasilescu P.*: Tratarea neutrului unei rețele de 60 kV Nr. **4**, p. 175
Zickman M.: Utilizarea condensatoarelor serie pentru mărirea capacității de transport a liniilor de foarte înaltă tensiune Nr. **6**, p. 255

Hidroenergetica

Bogdan S. și *Zarea St.*: Amenajarea de centrale hidroelectrice de mică putere pentru electrificări rurale în R.P.R. Nr. **10**, p. 456
Filotti A.: Construcții hidroenergetice în R. P. Bulgaria Nr. **5**, p. 229
Matocha B. și *Mayer A.*: Uzinele hidroelectrice și construcția turbinelor hidraulice în Republica Cehoslovacă Nr. **3**. p. 105
Pavel D. și *Ionescu M.*: Contribuții la stabilirea numărului grupurilor în centralele fluviale Nr. **4**, p. 165
Pavel D.: Acumularea tranzit a cascadelor hidroenergetice. Nr. 12, p. 561.
Solomon S.: Calculul debitelor de iarnă pe rîuri foarte mari și fluvii, în cazul formării unui pod de gheață Nr. **2**, p. 70
Stegăroiu P.: Utilizarea energiei mareelor Nr. **8**, p. 369
Wisner P., Bratosin D. și *Mușat S.*: Aplicații ale încercărilor pe model în proectarea circuitului hidrotehnic al centralelor termoelectrice Nr. **7**, p. 330

Energetica nucleară

Rașcu P.: Construcția reactorului nuclear și al ciclotronului Institutului de Fizică Atomică din R.P.R. Nr, **5**, p. 208
Rașcu P.: Schemele electrice ale serviciilor proprii din centralele nuclearoelectrice Nr. **11**, p. 500

Discuții

Broșteanu Gh: În legătură cu articolul „Cîteva observații în legătură cu posibilitatea de simplificare a protecțiilor prin relee" de ing. S. Marcu Nr. **8**, p. 374
Marcu S: Cîteva observații în legătură cu posibilitatea de simplificare a protecțiilor prin relee Nr. **8**, p. 373

Energetica peste hotare

Colț Gh.: Energetica sovietică în 40 de ani Nr. **3**, p. 135,
Colț Gh.: Reducerea costului construcțiilor și instalațiilor în energetica sovietică în perioada 1958—1965 Nr. **9**, p. 425
Cozelciuc V.: Uzina hidroelectrică „Lenin" de la Kuibișev Nr. **9**, p. 424
Marcu B.: Probleme ale perspectivei dezvoltării energeticii industriale în U.R.S.S. Nr. 12, p. 566.
Mișu A.: Electrificarea Japoniei Nr. **8**, p. 376
Rothman A.: Situația energetică a Franței în ultimul deceniu Nr. **7**, p. 335
Spiridon D.: Dinamica dezvoltării producției și a consumului de energie electrică în Elveția, pînă la sfîrșitul anului hidrografic 1955/1956 și prevederi de viitor Nr. **6**, p. 282
Stegăroiu P.: Un nou sistem de acumulare de energie pentru rețelele electrice interconectate Nr. **2**, p. 79

Din activitatea ASIT

* * *: Raport asupra lucrărilor Secției I-a Energie Electrică a Conferinței Electricienilor din R.P.R. (noiembrie 1957) Nr. **1**, p. 20
* * *: Lista rapoartelor prezentate la Conferința Electricienilor din R.P.R. Nr. **1**, p. 47
* * *: Organizarea secției energetică și electrotehnică a Consiliului Central ASIT Nr. **2** (coperta interioară)
* * *: Ședința Consiliului Central ASIT din 16 februarie 1958 Nr. **3**, p. 101
* * *: Ridicarea nivelului activității cercurilor ASIT Nr. **7**, p. 295
Biener M. și *Panaitescu G.*: Pe marginea Consfătuirii ASIT: „Situația normării consumului de energie electrică și de căldură și ameliorarea factorului de putere în industria cimentului, celulozei și hîrtiei". Nr. **9**, p. 379
Moldoveanu N.: Conferința electricienilor din R.P.R. Nr. **1**, p. 22
Panaitescu G.: Consfătuirea ASIT cu tema: „Asigurarea consumului de energie electrică cu parametri normali" Nr. **5**, p. 235

Cronica

* * *: A XII-a sesiune parțială a Conferinței Mondiale a Energiei de la Montreal Nr. **9**, p. 434
Guțu C.: O întîlnire rodnică între cadrele didactice și foștii studenți ai Facultății de Electrotehnică și Energetică din Institutul Politehnic din București Nr. **9**, p. 435
Metzner W.: După o jumătate de veac.
Mihăileanu C.: De la Comitetul Național Romîn al C.I.G.R.E. Nr. **4**, p. 196
Penescu C.: A II-a Consfătuire națională asupra automatizărilor industriale Nr. **12** (coperta interioară)

Diverse

* * *: Cuvîntarea tov. ing. Gh. Gaston Marin, președintele Comisiei de Stat a Planificării, la ședința de închidere a Conferinței Electricienilor din R.P.R. din 14 noiembrie 1957 Nr. **1**, p. 2
Apetrei C.: Congresul Societății Franceze a Electricienilor de la Nancy (25 —28 septembrie 1957) Nr. **2**, p. 81,
Carabulea A.: Agregate eoliene proiectate în țară Nr. **10**, p. 487
Corelaru A.: Despre creșterea productivității și reducerea personalului la centralele electrice Nr. **6**, p. 278
Burducea C.: Conferința de la Budapesta organizată de Uniunea științifică pentru industria energetică din R.P.U. 27 mai — 1 iunie 1957 Nr. **3**, p. 126
Panaitescu G.: A X-a sesiune anuală a Asociației Electricienilor Polonezi (S.E.P.) la Katowice Nr. **4**, p. 187

Rezolvarea grafică a două ecuații din termotehnică

Transformările adiabatice intervin des în procesele din termotehnică. Avînd în vedere greutatea calculului analitic cu fracționări, propunem rezolvarea grafică a următoarelor ecuații :

$$\frac{v_1}{v_2} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{1}{x}}, \tag{1}$$

(fig. 1) și

$$\frac{T_2}{T_1} = \left(\frac{P_2}{P_1}\right)^{\frac{x-1}{x}}, \tag{2}$$

(fig. 2).

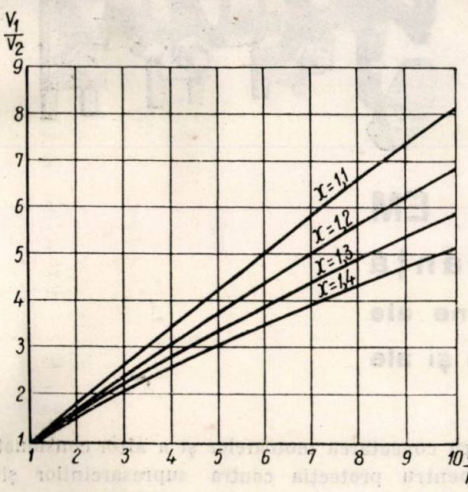


Fig. 1

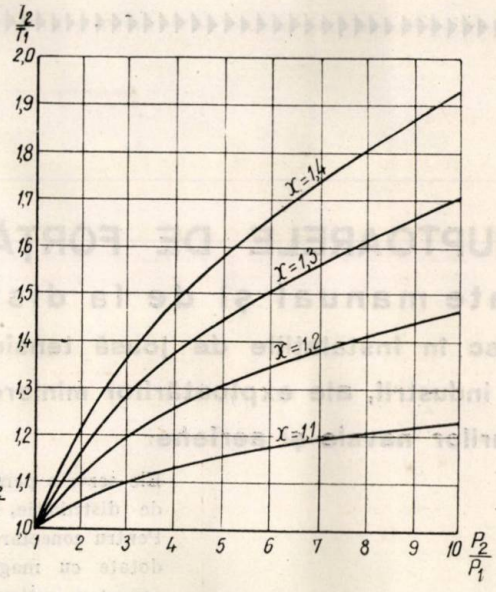


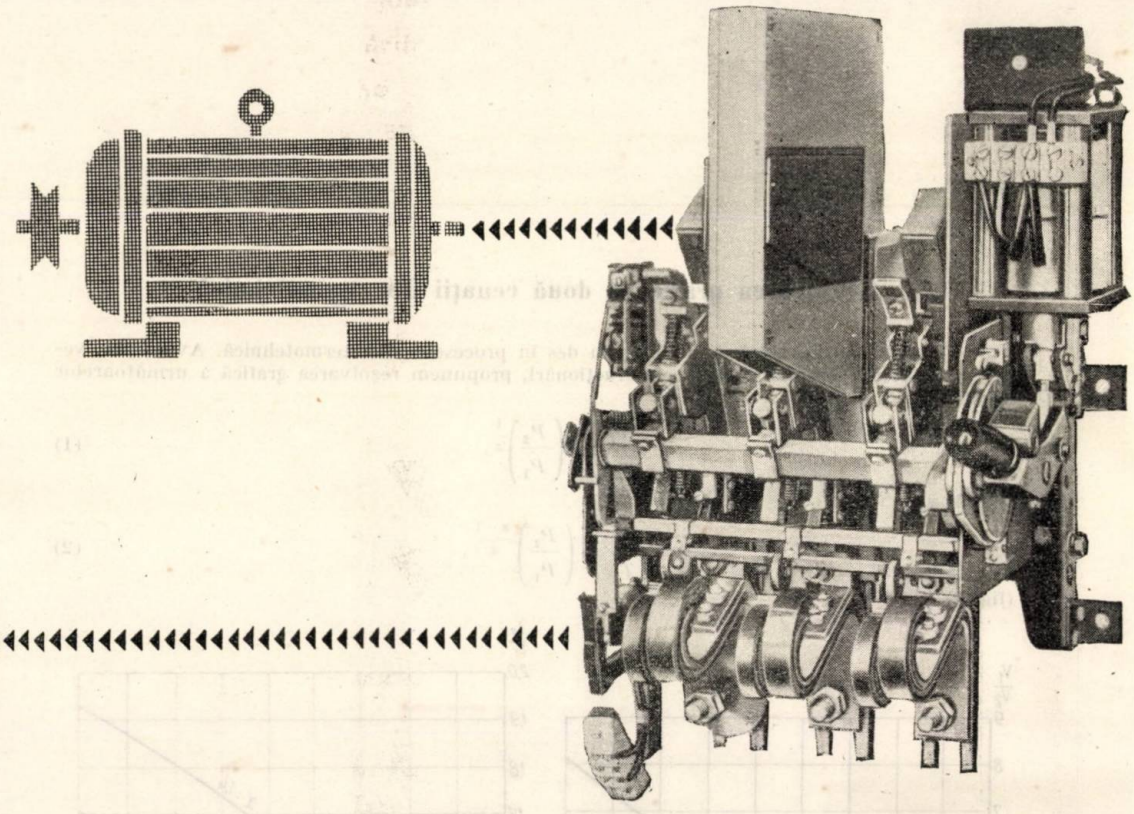
Fig. 2

în care :

v_1, v_2 sînt volumele specifice ale gazului la începutul și sfîrșitul transformării ;
P_1, P_2 — presiunile corespunzătoare ;
T_1, T_2 — temperaturile absolute corespunzătoare ;
x — exponentul adiabatic al gazului dat.

Rezolvarea grafică se dă sub forma unor curbe, cînd exponenții adiabatici sînt constanți, $x = 1{,}1$; $1{,}2$; $1{,}3$; $1{,}4$. Gradul de compresie $\frac{P_2}{P_1}$ s-a luat între limitele $1 \div 10$, propriu aparatelor cu ejecție.

Ing. **I. Grünfeld**



INTRERUPTOARELE DE FORȚĂ EM

acționate manual și de la distanță

se folosesc în instalațiile de joasă tensiune ale diverselor industrii, ale exploatărilor miniere și ale transporturilor navale și aeriene.

Ele servesc pentru conectarea motoarelor și a altor consumatori în instalațiile de distribuție, pentru protecția contra suprasarcinilor și scurtcircuitelor. Pentru conectare și întrerupere, întreruptoarele acționate la distanță pot fi dotate cu magnet de conectare, motor de conectare sau cu dispozitiv de conectare acționat prin aer comprimat. Pentru a corespunde utilizărilor cărora le sînt destinate, toate întreruptoarele EM sînt prevăzute cu declanșator de tensiune minimă, declanșator de curent de lucru și contacte auxiliare. In numeroase întreprinderi din țară și străinătate, în care se produce sau se consumă energie electrică, se folosesc întreruptoarele noastre EM.

Separat mai fabricăm:

Aparate de conectare, aparate de măsură, contoare, relee și redresoare.

PROSPECTE DEZVOLTATE CU DETALII TEHNICE STAU LA DISPOZIȚIE GRATUIT

VEB ELEKTRO-APPARATE-WERKE

(UZINELE DE APARATE ELECTRICE, PROPRIETATE DE STAT).

BERLIN — TREPTOW, HOFFMANNSTRASSE, 15 — 26

Reprezentanța: **AMBASADA REPUBLICII DEMOCRATE GERMANE ÎN R. P. R.**

Departamentul — Politica Comercială București

СОДЕРЖАНИЕ

*** **Перспективы развития энергетики в СССР.**
Energetica, VI (1958) nr. 12, стр. 529

N. Pănoiu, I. Carabogdan, и C. Cazacu: **Ряд аспектов помола лигнитов для их сжигания в виде пыли.**
Отмечаются результаты исследований по сжиганию лигнитов из бассейна Скиту-Голешть в котельной установке, оснащенной молотковыми мельницами. Рассматриваются полученные результаты и вносятся предложения в связи с проектированием и конструкцией новых установок данного типа.
Energetica, VI (1958) nr. 12, стр. 531

D. Leonida: **Экономическая работа конденсаторов паровых турбин.**
Предупреждение значительных потерь тепла, вызываемых нерациональной работой конденсаторов, является возможным путем непосредственного наблюдения за ходом процесса конденсации, что осуществимо с помощью небольшого количества термометров.
Результаты обобщены в таблицах, рекомендуемых для пользования обслуживающему установку персоналу. Даются указания относительно испытаний, проведение которых необходимо для контроля работы различных узлов установки.
Energetica, VI (1958) nr. 12, стр. 536

D. Martac и A. Bensiman: **Экспериментальное определение тока заземления в 35 кв сети и сравнение экспериментальных результатов с расчетными.**
Приводятся результаты экспер и ментальных определений тока заземления в воздушной 35 кв сети с нейтралью, компенсированной катушкой тушения. Результаты измерений, полученные двумя различными способами в условиях влажности 0 % и 100 % сравниваются с полученными расчетными значениями.
Проводится сравнение обоих испытанных методов и даются рекомендации по их применению.
Energetica, VI (1958) nr. 12, стр. 545

D. Pavel: **Транзитное аккумлирование гидроэнергетических каскадов.**
Делается обзор различных типов гидроэнергетических каскадов, причем выявляются технические, энергетические и экономические преимущества каскада с транзитным аккумулированием, предусмотренного нижним водохранилищем для гидравли ческихнеэнергетических нужд ниже по течению. Приводится ряд практических данных и несколько простых методов расчета.
Energetica, VI (1958) nr. 12, стр. 557

M. Kraft: **Опют эксплуатации склада лигнита на ТЭЦ Дойчешть.**
Представляются данные и выводы, основанные на пятилетнем опыте эксплуатации первого крупного механизированного склада лигнита на одной из румынских ТЭЦ. При этом проводится сравнение с показателями являющимися результатом опыта эксплуатации советских ТЭЦ.
Energetica, VI (1958) nr. 12, стр. 563

ЗАРУБЕЖНАЯ ЭНЕРГЕТИКА, стр. 566
ДОКУМЕНТАЦИЯ, стр. 569
ХРОНИКА, стр. 574
АЛФАВИТНЫЙ ПЕРЕЧЕНЬ, стр. 575

INHALTSVERZEICHNIS

*** **Entwicklungslinien der Energiewirtschaft in der UdSSR**
Energetica, VI (1958) H. 12, S. 529

N. Pănoiu, I. Carabogdan und *C. Cazacu*: **Kohlenstaubfeuerung mit zermahlenem Lignit.**
Versuchsergebnisse der Kohlenstaubfeurung mit Lignit aus dem Schitul-Golești-Becken in einer mit Hammermühlen ausgerüsteten Kesselanlage. Auf Grund der Betriebserfahrungen werden Vorschläge zwecks Verbesserung der jetzigen, sowie für die Planung und Ausführung weiterer Anlagen dieser Art gemacht.
Energetica, VI (1958), H. 12, S. 531

D. Leonida: **Der wirtschaftliche Betrieb von Dampfkondensatoren in Turbinenanlagen.**
Zwecks Erforschung der in Dampfkondensatoren erfolgenden Vorgänge werden die Temperaturschwankungen bei Betriebsdruck im Verhältnis zur Kühlwassertemperatur, zur kondensierten Dampfmenge und zur Dichtheit des Verschlusses der Aussenluft gegenüber verglichen. Die für das Betriebspersonal bestimmten Ergebnisse werden in Tabellenform, mit Hinweis auf die verschiedenen für die Betriebsüberwachung erforderlichen Massnahmen, wiedergegeben.
Energetica, VI (1958), H. 12, S. 536

D. Martac und *A. Bensimon*: **Experimentelle Feststellung des Erdschlussstroms eines 35 kV-Netzes und Vergleich mit den rechnungsmässig bestimmten Ergebnissen.**
Der Beitrag enthält die Ergebnisse zweier experimenteller Verfahren zur Bestimmung des Erdschlussstroms eines mit Löschspulen — Erdschlusskondensation versehenen 35-kV Freileitungsnetzes. Die zwei Verfahren werden, mit Hinweis auf ihre Anwendbarkeit, verglichen.
Energetica, VI (1958), H. 12, S. 545

D. Pavel: **Schwellbetrieb von energiewirtschaftlich ausgebauten Staustufen.**
Aufzählung der verschiedenen Typen der energiewirtschaftlich ausgebauten Staustufen, mit Hervorhebung der technischen und wirtschaftlichen Vorteile des Ausbausfür Schwellbetrieb mit anschliessendem talwärts gelegenen Ausgleichsbecken für andere Zwecke als für Energieerzeugung. Es werden eine Reihe praktischer Angaben, sowie kurze Berechnungsanweisungen angeführt.
Energetica, VI (1958), H. 12, S. 557

M. Kraft: **Betriebsergebnisse des Lignitlagerplatzes des Wärmekraftwerkes Doicești.**
Ergebnisse des fünfjährigen Betriebs des ersten in Rumänien bei einem Wärmekrafwerk angelegten mechanisierten grossen Lignitlagerplatzes, verglichen mit Betriebsergebnissen ähnlicher Anlagen aus der UdSSR.
Energetica, VI (1958) H. 12, S. 563

ENERGIEWIRTSCHAFT IM AUSLAND, S. 566
DOKUMENTIERUNG, S 569
CHRONIK, S 574
ALPHABETISCHES NAMENSVERZEICHNIS, S. 575

SOMMAIRE

*** **Perspective du développement de l'économie de l'énergie en URSS.**
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 529

N. Pănoiu, I. Carabogdan, et *C. Cazacu* : **Quelques aspect du broyage des lignites en vue de leur utilisation comme combustible pulvérisé.**

On présente les résultats des recherches entreprises sur la combustion des lignites du bassin de Schitu Goleşti dans une chaudière, équipée avec des broyeurs à marteaux. On analyse les résultats obtenus et on propose l'amélioration du fonctionnement de l'actuelle installation. On propose aussi une nouvelle projection et construction de futures installations de ce type.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 531

D. Leonida : **Le fonctionnement économique des condensateurs de turbines à vapeur.**

On étudie la variation de la température de bourrage en fonction de la température de l'eau de refroidissement, du débit de vapeur qui se condense et de l'état d'étanchéité à l'air.

Les résultats sont synthétisés dans des tableaux destinés au personnel desservant. On donne des indications sur les épreuves à exécuter pour le contrôle du fonctionnement des différentes parties de l'installation.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 536

D. Martac et *A. Bensimon* : **La détermination expérimentale du courrant de mise à la terre dans un réseau électrique de 35 kV et la comparation des résultats expérimentaux avec les résultats du calcul.**

L'article commente les résultats des déterminations expérimentales exécutées à l'aide de deux méthodes et à différentes conditions d'humidité, sur le courrant de mise à la terre dans un réseau aérien de 35 kV à neutre compensé par une bobine de soufflage d'étincelles.

Les auteurs comparent les deux méthodes expérimentales et reccomande leur utilisation.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 545

D. Pavel : **Accumulation transitoire des cascades hydroénergétiques.**

L'auteur passe en revue les différents types de cascades hydroénergétiques et fait ressortir les avantages techniques, énergétiques et économiques provenant de la solution par cascade à accumulation transitoire, équipée aussi avec un lac de redressement en aval, destiné à l'emploi hydraulique non électrique en aval. L'auteur introduit une série de données pratiques et quelques méthodes sommaires de calcul.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 557

M. Kraft : **Les résultats de l'exploitation du dépôt de lignite de la centrale thermo-électrique Doiceşti.**

Les données présentées ainsi que les conclusions de l'article ont comme base une expérience de cinq années dans l'exploitation mécanisée du premier dépôt important de lignite installé auprès de la centrale thermo-électrique de Doiceşti. Cette expérience est comparée aux résultats d'exploitation semblables en U.R.S.S.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 563

L'ENERGIE ÉLECTRIQUE À L'ETRANGER, p. 566
DOCUMENTATION, p. 569
CRONIQUE, p. 574
INDEX ALPHABÉTIQUE, p. 575

CONTENTS

*** **Perspective of energy development in USSR.**
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 529

N. Pănoiu, I. Carabogdan, and *C. Cazacu* : **Some aspects of lignite crushing, in view of using it as pulverized fuel.**

The authors present the results obtained by burn researches on lignite from the coal field of Schitu Golesti. The burning is done in a boiler fitted with hammer crushers. The authors analyse the results and propose an improved operation of the actual installation. They also propose a new design and construction of these plants.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 531

D. Leonida : **Economical operation of steam turbine condensers.**

The filling up temperature variation is studied in function of cooling water temperature, condensing steam flow and air tightness.

The results are resumed in indicator tables to be used by the operating staff. Indications are given on tests to be caried out in view of operation control in different parts of the plant.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 536

D. Martac and *A. Bensimon* : **Experimental determination of the grounding current in a 35 kV electric network and comparison of the experimental results with the computation results.**

The article shows the results of experimental determinations made on grounding current in a 35 kV overhead network with neutral compensated by blow out coil. Two methods in different moisture conditions are used.

The two experimental methods are compared, indicating their utilisation.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 545

D. Pavel : **Transient accumulation of hydroenergetic waterfalls**

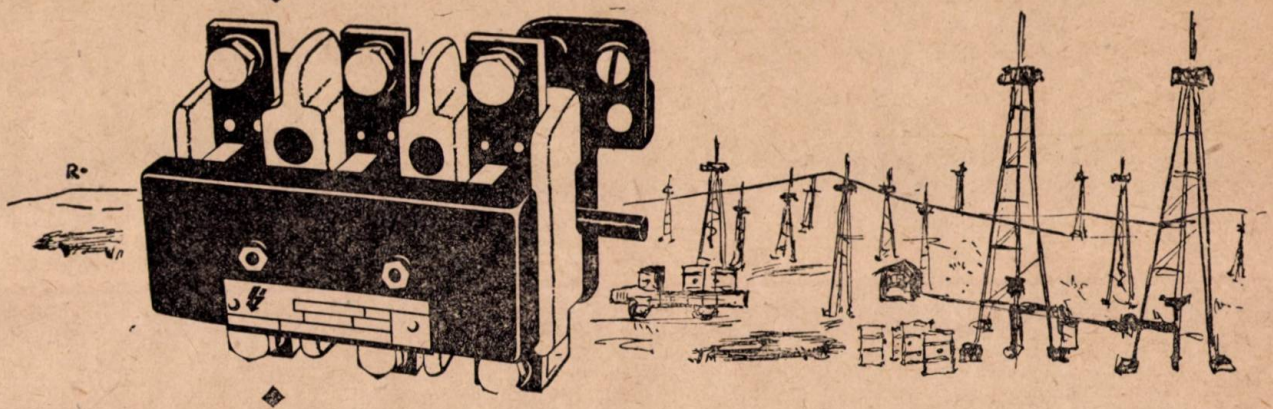
The article deals with different types of hydroenergetic waterfalls and underlines the technical, electrical and economic advantages to be obtained by using the solution of waterfalls with transient accumulation, equiped with a downstream compensation reservoir, used for hydraulic non-energetic purposes. The author presents a series of practical datas and some short computing methods.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 557

M. Kraft : **Results of the lignite deposit exploitation at the thermal plant Doicesti.**

The data and the conclusions presented in this article are drawn from a five year old experience on mechanised exploitation of the first great thermal plant lignite deposit in our country. They are compared with results obtained in the U.S.S.R.
Energetica, VI (1958) No. 12, p. 563

ELECTRICITY ABROAD, p. 566
DOCUMENTATION, p. 569.
CHRONICAL, p. 574
ALPHABETICAL INDEX, p. 575

KÖNYVTÁR·ORSZÁGOS·MÚSZAKI
1883



Noile noastre ***SEPARATOARE CU CONTACTE DE PRESIUNE TRA*** îşi justifică bunul lor renume.

Gabaritele foarte mici, puterea foarte mare de rupere şi siguranţa de funcţionare conferă ***SEPARATOARELOR NOASTRE CU CONTACTE CU PRESIUNE TRA*** calităţile necesare pentru utilizarea lor multilaterală în toate domeniile industriei.

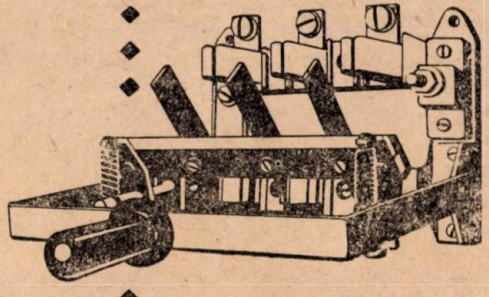
Ca separatoare sînt utilizabile pînă la 200 A şi 500 V.

Livrabile cu tipurile de protecţie POO, P 43, în execuţie deschisă, cu capac de protecţie, în carcasă de fontă cenuşie cu acţionare laterală şi frontală.

Pentru regimuri de lucru simple recomandăm:

ÎNTRERUPTOARE COMUTATOARE CU PÎRGHIE pînă la 600 A şi 500 V pentru conectarea circuitelor în instalaţiile de forţă şi de iluminat.

Rugăm cereţi-ne material de prospecte, tără obligo.



VEB ELEKTROSCHALTGERÄTE GRIMMA

(REPUBLICA DEMOCRATĂ GERMANĂ)

LE15